

Université de Montréal

L'épave du *Machault*, 1760. Entre Tradition et Innovation.

par

Marijo Gauthier-Bérubé

Département d'Anthropologie

Faculté des Arts et des Sciences

Mémoire présenté à la Faculté des Arts et des Sciences

en vue de l'obtention du grade de Maître es. Sciences

en Anthropologie

option Archéologie

Octobre 2015

© Marijo Gauthier-Bérubé, 2015

Résumé

Cette étude s'intéresse à l'industrie de la construction navale pour le milieu du XVIII^e siècle en France dans la région de Bayonne. L'objectif est de documenter la relation qu'entretiennent les pratiques de construction traditionnelles et innovatrices à cette période. L'architecture de la frégate le *Machault* est au cœur de cette analyse. Construit en 1757 à Bayonne et perdu en 1760, le *Machault* a été fouillé, documenté et parallèlement récupéré par les archéologues de Parcs Canada entre 1969 et 1972 à Ristigouche dans la baie des Chaleurs, Québec. Cette étude constitue la première analyse architecturale approfondie menée sur ces vestiges.

L'analyse est réalisée en trois temps qui correspondent aux trois grandes étapes de la chaîne opératoire de la construction du navire. Tout d'abord, il est question d'aborder l'aspect de la foresterie afin de saisir la nature de la ressource forestière mobilisée pour la construction de la frégate. Ensuite, ce mémoire se penche sur la conception architecturale des navires qui renvoie à un aspect plus théorique, car il relève de la façon dont les formes du navire ont été « pensées ». Enfin, la charpenterie est abordée afin de saisir la séquence d'assemblage du navire. Ensemble, ces trois grands aspects dressent un portrait général de la construction navale pour la région de Bayonne au milieu du XVIII^e siècle.

Mots-clés : Archéologie; *Machault*; frégate; foresterie; charpenterie; conception architecturale, architecture navale; archéologie subaquatique

Abstract

This study addresses the shipbuilding industry for the middle of the eighteenth century in France in the region of Bayonne. It aims to document the relation between the regional shipbuilding tradition and a globalisation of naval techniques, as this period has been interpreted as one of abrupt change. The *Machault*, a French frigate built in Bayonne in 1757 and lost in Chaleur Bay, Québec, in the context of the Seven Years War in 1760 will be the object of this study. The archaeological analysis of the frigate gave us a unique vision of the eighteenth century shipbuilding industry.

The analysis is organised in three main parts. First, the aspect of forestry will be addressed in order to understand the nature of the timbers resources that were used to build the frigate. Then, the thesis looks at the architectural design of the ship, based on theoretical considerations that reveal the ways of designing a ship. Finally, the carpentry will be analysed to dissect the assembly sequence of the ship, so as to analyse the construction itself. Together, these three main aspects will draw a portrait of the shipbuilding industry for the region of Bayonne in the mid-eighteenth century.

Keywords: Archaeology; *Machault*; frigate, forestry, shipbuilding, hull design, underwater archaeology

Table des matières

| | |
|---------------------------------------------------------------------|-----|
| Résumé..... | i |
| Abstract..... | ii |
| Table des matières..... | iii |
| Liste des tableaux..... | vi |
| Liste des figures..... | vii |
| Liste des graphiques | x |
| Liste des sigles et abréviations | xi |
| Sigles..... | xi |
| Abréviations..... | xi |
| Remerciements | xv |
| Introduction..... | 1 |
| 1 - L'archéologie du navire | 5 |
| 1.1 La construction navale | 5 |
| 1.1.1 Les premiers manuscrits | 6 |
| 1.1.2 Une période de changement. Le XVIII ^e siècle | 7 |
| 1.2 Entre la Science et la Technique | 10 |
| 1.2.1 Les facteurs d'évolution des savoirs..... | 12 |
| 1.2.2 Bilan..... | 15 |
| 1.3 Problématique et hypothèse | 15 |
| 1.4 Les méthodes d'analyse | 16 |
| 1.4.1 Les techniques de foresterie..... | 18 |
| 1.4.2 Les techniques de conception architecturale..... | 19 |
| 1.4.3 Les techniques de charpenterie | 21 |
| 1.5 Le corpus à l'étude..... | 22 |
| 2 - Le <i>Machault</i> : contexte historique et archéologique..... | 26 |
| 2.1 Il était une fois le <i>Machault</i> | 26 |
| 2.1.1 D'importantes demandes à la métropole | 27 |
| 2.1.2 Le dernier voyage | 28 |
| 2.2 Le navire le <i>Machault</i> | 29 |
| 2.2.1 Compte de construction et autres documents d'archives | 31 |
| 2.3 La découverte archéologique | 33 |
| 2.3.1 Système de provenance..... | 35 |
| 2.3.2 Campagnes de fouilles | 36 |

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.3.3 Bilan..... | 38 |
| 3 – Le <i>Machault</i> se révèle... Présentation des données..... | 41 |
| 3.1 Pour une meilleure compréhension des vestiges du <i>Machault</i> | 42 |
| 3.1.1 Les vestiges in situ..... | 42 |
| 3.1.2 Les vestiges remontés à la surface..... | 44 |
| 3.1.3 Bilan..... | 48 |
| 3.2 Les bateaux naissent en forêt..... | 49 |
| 3.2.1 Les essences utilisées..... | 49 |
| 3.2.2 Nombre de cernes en présence..... | 50 |
| 3.2.3 Les données dendrochronologiques..... | 51 |
| 3.2.4 La forme des pièces. Observation du fil du bois et mode de débitage..... | 56 |
| 3.2.5 Bilan..... | 58 |
| 3.3 Les méthodes de conception architecturale des navires..... | 59 |
| 3.3.1 Les dimensions..... | 59 |
| 3.3.2 Le relevé du couple 1..... | 60 |
| 3.4 Les techniques de charpenterie navale..... | 61 |
| 3.4.1 Traces d'outillage..... | 62 |
| 3.4.2 Assemblage des pièces..... | 63 |
| 3.4.3 Les fixations..... | 64 |
| 3.4.4 Bilan..... | 66 |
| 4 –Le <i>Machault</i> se raconte... Analyse des données..... | 68 |
| 4.1 La forêt derrière la construction du <i>Machault</i> | 68 |
| 4.1.1 L'origine de bois..... | 69 |
| 4.1.2 L'omniprésence du chêne..... | 70 |
| 4.1.3 Estimation de cernes manquants..... | 73 |
| 4.1.4 L'adéquation morphologique des pièces..... | 79 |
| 4.1.5 Bilan..... | 80 |
| 4.2 La conception architecturale du <i>Machault</i> | 82 |
| 4.2.1 Le <i>Machault</i> et les traités historiques du XVIII ^e siècle..... | 82 |
| 4.2.2 Dimensions et proportions du <i>Machault</i> et des frégates du XVIII ^e siècle..... | 85 |
| 4.2.3 Méthode de conception architecturale du maître-couple..... | 87 |
| 4.3 La charpenterie du <i>Machault</i> | 89 |
| 4.3.1 La préparation des pièces et la mise en place du profil..... | 90 |
| 4.3.2 La mise en place des membrures..... | 91 |
| 4.3.3 Installation du bordé et des planches..... | 91 |
| 4.3.4 Bilan..... | 92 |
| 5 – Le <i>Machault</i> s'explique... L'interprétation des données..... | 94 |

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 5.1 L’approvisionnement en matière première et son impact sur l’industrie de la construction navale | 94 |
| 5.1.1 Foresterie et conception architecturale : une relation rapprochée ? Les cas archéologiques. | 95 |
| 5.1.2 Le <i>Machault</i> et la forêt française du XVIII ^e siècle..... | 97 |
| 5.1.3 Le dressage des arbres. Approche expérimentale ou développement à grande échelle ? | 99 |
| 5.1.4 Une industrie établie par des corps de métier | 100 |
| 5.1.5 Bilan..... | 102 |
| 5.2 Témoin d’une révolution ou d’une continuité des techniques ? | 103 |
| 5.2.1 Le développement des frégates..... | 103 |
| 5.2.2 Une utilisation traditionnelle des gabarits de bois ? | 105 |
| 5.2.3 Bilan..... | 107 |
| 5.3 La tradition régionale..... | 108 |
| Conclusion : de profonds changements..... | 112 |
| Bibliographie | 114 |
| Glossaire..... | 125 |
| Annexe 1. Compte de construction, armement et mise hors de la frégate le <i>Machault</i> de Bayonne..... | 129 |
| Annexe 2. Devis de construction d’une frégate de 24 canons, 1757 | 138 |
| Annexe 3. Liste annotée des sources concernant les vestiges du <i>Machault</i>..... | 144 |
| Annexe 4. Présentation des données brutes..... | 148 |
| Annexe 5. Rapport d’analyse dendrochronologie..... | 153 |
| Annexe 6 : Tests statistiques internes des données de dendrochronologie..... | 165 |
| Annexe 7 : Résultats des comparaisons entre la chronologie moyenne 2MquerM1 et les chronologies de référence | 167 |
| Figures..... | 169 |

Liste des tableaux

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tableau 1 – Les six navires participant à l'expédition de 1760 (d'après L'Italien s.d.: 12). Les notes en crochets sont les ajouts de C. Dagneau d'après les Commission en guerre et marchandises des navires à leur départ de Bordeaux (Archives départementales de la Gironde 6B11, fil. 86 à 91) (Dagneau 2008 : 176). | 28 |
| Tableau 2 – Compte-rendu des pièces architecturales du <i>Machault</i> présentes et observées dans les locaux de Parcs Canada et au LHNC de la Bataille-de-la-Ristigouche selon la fonction architecturale..... | 48 |
| Tableau 3 – Corpus des pièces analysées pour la datation dendrochronologique. | 54 |
| Tableau 4 – Datation des pièces architecturales du <i>Machault</i> | 56 |
| Tableau 5 – Répartition de 38 planches selon le type de débitage. | 58 |
| Tableau 6 – Répartition de 47 pièces courbes (membrures) selon le type de débitage. | 58 |
| Tableau 7 – Essences utilisées en construction navale selon la fonction des pièces architecturales. | 71 |
| Tableau 8 – Récapitulatif des résultats de datation dendrochronologique, organisé selon le dernier cerne daté. | 73 |
| Tableau 9 – Dimensions théoriques issus des traités historiques et les dimensions archéologiques du <i>Machault</i> exprimés en mètres. | 84 |
| Tableau 10 – Dimensions des frégates du XVIII ^e siècle issues des archives comparées aux dimensions archéologiques du <i>Machault</i> | 87 |

Liste des figures

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figure 1 – Les contraintes liées à la construction du navire et leurs relations d’interdépendance (Adams 2000 : 301). | 170 |
| Figure 2 – Théorie des facteurs d’évolution des sciences et des techniques développées par M. Daumas (1991) appliquée aux contraintes de construction des navires identifiées par J. Adams (2001) (Marijo Gauthier-Bérubé). | 171 |
| Figure 3 – La théorie de l’émergence de nouveaux paradigmes lors de la mise en place des révolutions scientifiques d’après T. Kuhn 1970 (Marijo Gauthier-Bérubé). | 172 |
| Figure 4 – Structure méthodologique et la relation entre les trois axes développés (Marijo Gauthier-Bérubé). | 173 |
| Figure 5 – Plan général des vestiges du <i>Machault</i> et du carroyage mis en place lors des fouilles archéologiques (Peter Waddell, Parcs Canada). | 174 |
| Figure 6 – Plan des vestiges reconstitués à partir des dessins de fouilles de Parcs Canada (Marijo Gauthier-Bérubé). | 175 |
| Figure 7 – Reconstitution vraisemblable des espaces à bord du <i>Machault</i> d’après un devis de frégate de 1757 (C. Dagneau 2008 : 567, d’après Devis d’une frégate.1757). | 176 |
| Figure 8 – Exemple de la torsion subie par la carlingue exposée au LHNC de la Bataille-de-la-Ristigouche (Parcs Canada 2M0279EF). | 177 |
| Figure 9 - Sortie de l’eau de deux sections de l’avant du navire (Parcs Canada 2M1280M (haut) et 2M1250M (bas)). | 178 |
| Figure 10 – Section inférieure prélevée au centre du navire (Parcs Canada 1382T). | 179 |
| Figure 11 – Section de l’étrave lors de sa remontée (Parcs Canada 2M1000M). | 180 |
| Figure 12 – Section de la coque du <i>Machault</i> au LHNC de la Bataille de-la-Ristigouche (Photo : Marijo Gauthier-Bérubé). | 181 |
| Figure 13 – Identification des couples sur la section de coque du <i>Machault</i> exposée au LHNC de la Bataille-de-la-Ristigouche (Photo : Mathieu Mercier Gingras). | 182 |
| Figure 14 – Composition des couples exposés au LHNC de la Bataille-de-la-Ristigouche (Marijo Gauthier-Bérubé). | 183 |
| Figure 15 – Comparaison entre la structure mise en exposition et le plan de site. | 184 |
| Figure 16 – Comparaison entre le plan des vestiges et de la partie supérieure de la reconstitution. | 185 |
| Figure 17 – Comparaison entre le plan des vestiges et de la partie inférieure de la reconstitution. | 186 |
| Figure 18 – L’ensemble des pièces de bois entreposées dans les locaux de Parcs Canada à Ottawa (Photo : Charles Dagneau). | 187 |

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figure 19 – Construction d’une chronologie de référence par recoupement des séries mesurées sur des bois provenant de sites archéologiques, de bâtiments anciens et d’arbres vivants (Alexandre Poudret-Barré, Groupe de recherche en dendrochronologie historique, 2008). .. | 188 |
| Figure 20 – Structure anatomique de l’arbre. | 189 |
| Figure 21 – Bloc-diagramme représentant la position chronologique des échantillons analysés (Marijo Gauthier-Bérubé 2015). | 190 |
| Figure 22 – Critères d’évaluation du fil du bois d’après Charles Dagneau, 2002 (Marijo Gauthier-Bérubé). | 191 |
| Figure 23 – Type de débitage pouvant être exécuté pour le façonnage des planches à partir d’une grume (Marijo Gauthier-Bérubé). | 192 |
| | 193 |
| Figure 24 –Type de débitage pouvant être utilisé pour façonner une pièce courbe à partir d’une grume (Marijo Gauthier-Bérubé). | 193 |
| Figure 25 – Relevé de l’étrave (Dessin : Anonyme, Parcs Canada 2M-71-103-5). | 194 |
| Figure 26 – Relevé de l’étambot (Dessin : Anonyme, Parcs Canada 2M-71-103-4). | 194 |
| Figure 27 – Localisation hypothétique du maître-couple (Plan de site : Peter Waddell). | 195 |
| Figure 28 – Relevé du couple 1 et des différentes pièces constitutives (Relevé : Saraí Barreiro, Brad Loewen, Marijo Gauthier-Bérubé, Mathieu Mercier Gingras). | 196 |
| Figure 29 – Profil du couple 1 et des différentes pièces constitutives (Relevé : Saraí Barreiro, Brad Loewen, Marijo Gauthier-Bérubé, Mathieu Mercier Gingras). | 197 |
| Figure 30 – Hache utilisée pour le façonnage des pièces (Salaman 1975 : 62). | 198 |
| Figure 31 –Traces laissées par l’utilisation d’une hache sur les éléments de la membrure (Marijo Gauthier-Bérubé). | 198 |
| Figure 32 – Exemple de traces laissées par le façonnage à l’herminette vue en lumière rasante (Underhill 1986 : 177). | 199 |
| Figure 34 – Traces de calfatage visibles sur les éléments du couple (Marijo Gauthier-Bérubé). | 200 |
| Figure 35– Les outils de base du calfat : le maillet, le bec de corbin, les repoussoirs ou fer à calfater tel que retrouvé à la chalouperie Godbout (Louise Leblanc 1998, Commission des biens culturels du Québec). | 201 |
| Figure 36 – Exemple de scie mécanique du XVI ^e siècle (R. Underhill 1986 : 185). | 202 |
| Figure 37 – Traces laissées sur les pièces du bordé par la scie mécanique (Photo : Marijo Gauthier-Bérubé). | 203 |
| Figure 38 – Râblures présentes dans la quille (Photo : Marijo Gauthier-Bérubé). | 204 |
| Figure 39 – Assemblage de la varangue avec la quille (Photo : Marijo Gauthier-Bérubé). ... | 205 |

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figure 40 – Répartition des éléments de membrure telle qu'observée dans le couple 1 exposé au LHNC de la Bataille-de-la-Ristigouche (Marijo Gauthier-Bérubé). | 206 |
| Figure 41 – Écart simple (Photo : Marijo Gauthier-Bérubé). | 207 |
| Figure 42– Écarts présents sur la structure de l'étrave selon le relevé de la structure (Dessin : Anonyme, Parcs Canada 2M-71-103-5). | 208 |
| .Figure 43 – Structure de l'étrave et ses différentes composantes (Dessin : Anonyme, Parcs Canada 2M-71-103-5)..... | 208 |
| Figure 44 – Photomontage et relevé des clous et gournables sur une section de la structure exposée au LHNC de la Bataille-de-la-Ristigouche (Photo : Mathieu Mercier-Gingras. Relevé : Marijo Gauthier-Bérubé). | 210 |
| Figure 46 – Schéma de la répartition de clous à la jonction des planches et des couples (Marijo Gauthier-Bérubé). | 212 |
| Figure 47 – Gournable visible sur la surface interne d'une planche (Photo : Marijo Gauthier-Bérubé)..... | 213 |
| Figure 48 – Schéma de la répartition de gournables à la jonction des planches et des couples (Marijo Gauthier-Bérubé). | 214 |
| Figure 49 – Broches transversales liant la carlingue et les varangues (Photo : Mathieu Mercier Gingras)..... | 215 |
| Figure 50 – Broches latérales permettant l'assemblage des différents éléments constitutifs de l'étambot (Dessin : Anonyme, Parcs Canada 2M-71-103-2)..... | 216 |
| Figure 51 – Distribution géographique des référentiels de datation utilisés pour la datation dendrochronologique du <i>Machault</i> (Lavie 2014)..... | 217 |
| Figure 52 – Hypothèse de l'enlèvement minimal où la limite d'arrêt de pièce correspond à la limite entre l'aubier et le duramen. Si le nombre moyen de cernes d'aubier est connu, il est alors possible d'estimer le nombre de cernes manquants d'après Béatrice Szepertyski 1999. (Marijo Gauthier-Bérubé). | 218 |
| Figure 53 – Bloc-diagramme des pièces du Machault selon la distribution chronologique du dernier cerne daté (Marijo Gauthier-Bérubé). | 219 |
| Figure 54 – Détails des arcs de cercle retrouvés sur le couple 1 en exposition au LHNC de la Bataille-de-la-Ristigouche (Relevé : Saraí Barreiro, Brad Loewen, Marijo Gauthier-Bérubé, Mathieu Mercier Gingras)..... | 220 |
| Figure 55 – Arcs de cercle en relation avec les différents éléments architecturaux du couple 1 (Relevé : Saraí Barreiro, Brad Loewen, Marijo Gauthier-Bérubé, Mathieu Mercier Gingras). | 221 |
| Figure 56 – Présence d'arcs de cercle tangentiels dans le maître-couple de la frégate l' <i>Hermione</i> (Boudriot 1992)..... | 222 |
| Figure 57 – Distribution des clous et gournables sur la jonction entre les couples et les pièces du vaigrage (Marijo Gauthier-Bérubé). | 223 |

Liste des graphiques

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Graphique 1 – Regroupement de 45 membrures en fonction du nombre de cernes en présence. | 50 |
| Graphique 2 – Regroupement de 49 planches en fonction du nombre de cernes en présence. | 51 |
| Graphique 3 – Regroupement de 29 planches en groupes d'âges estimés d'après les cernes présents et les estimations de cernes manquants en périphérie et au centre de l'arbre..... | 77 |
| Graphique 4 – Regroupement de 37 membrures en groupes d'âges estimés d'après les cernes présents et les estimations de cernes manquants en périphérie et au centre de l'arbre | 78 |
| Graphique 5 – Rapport entre le creux et la longueur des frégates du XVIII ^e siècle exprimés en mètre. | 104 |

Liste des sigles et abréviations

Sigles

LHNC : Lieu historique national du Canada

Abréviations

N.D.: Non disponible

In life, unlike chess, the game continues after checkmate
(Dans la vie contrairement aux échecs, la partie continue après échec et mat)
Isaac Asimov

Remerciements

Je souhaite profiter de cet espace pour remercier toutes les personnes qui m'ont côtoyée, conseillée et offert un support indéfectible tout au long de la rédaction de ce mémoire. Tout d'abord, je tiens à remercier mon directeur Brad Loewen pour son soutien et son aide à travers toutes ces années. Il a partagé avec moi ses connaissances qui m'ont permis d'arriver à bon port à travers toutes les embûches. Merci à Charles Dagneau, mon codirecteur pour ses conseils judicieux et son écoute.

Je souhaite remercier les autorités de Parcs Canada, le Service d'archéologie subaquatique et à nouveau Charles Dagneau pour l'accès aux données du *Machault* et l'utilisation de leurs ressources pour l'échantillonnage des pièces, ainsi que pour l'accès au Lieu Historique National du Canada de la Bataille-de-la-Ristigouche. Merci à Catherine Lavier qui a généreusement offert de mener à bien l'analyse dendrochronologique du *Machault* dans son laboratoire à Besançon.

Je n'oublie pas le groupe de recherche de l'Université de Montréal ArchéoScience - ArchéoSociale qui a financé ma participation à différents stages et projet de recherche qui ont permis de me former à l'archéologie subaquatique. Un merci à tous ceux qui ont participé à ma formation en dendrochronologie : Frédéric Guibal, Josué Susperregui et l'ensemble des membres du Groupe de Recherche en Dendrochronologie Historique. Je vous dois beaucoup à tous. Merci au comité d'évaluation de la Bourse du Québec de la *Society of Historical Archaeology* qui m'a permis de pouvoir participer au colloque de la SHA 2016 et d'y présenter les résultats de ce mémoire.

Une pensée affectueuse pour l'ensemble des membres de ma famille qui m'ont encouragée et supportée comme nul autre. Votre présence à mes côtés tout au long de cette aventure m'est chère et je ne saurai vous exprimer ma gratitude. Mes parents m'ont appris que l'une des choses les plus importantes, c'est de savoir se relever après une chute et pour cet enseignement, je les remercie particulièrement.

Enfin, je remercie tous mes amis, mon amoureux et mes collègues de l'université pour leur encouragement durant ces dernières années. Il y a un peu de chacun d'entre vous dans ce mémoire et vous avez été pour moi une source de motivation sans faille.

Introduction

L'archéologie du navire – ou archéologie navale – a longtemps été un synonyme du terme d'archéologie maritime ou subaquatique. Si toutes ces expressions se rapportent à un environnement commun, celui de l'eau, ils décrivent cependant des champs d'études différents. L'archéologie subaquatique s'intéresse à ce qui gît sous l'eau, que ce soit des vestiges de navires ou d'autres structures humaines aujourd'hui submergées. Elle est complémentaire à l'archéologie « terrestre », qui se déroule sur terre sans besoin d'équipement spécialisé de plongée et autres technologies submersibles.

L'archéologie maritime a longtemps été considérée comme étant celle des épaves telles que conceptualisées par Keith Muckelroy (1978). Ce chercheur pionnier décrit l'archéologie maritime comme étant l'étude des navires et autre embarcation, de leur cargaison, et du système économique et social dans lequel ils évoluent à travers les traces matérielles restantes (Muckelroy 1978 : 6). Aujourd'hui, les chercheurs adhèrent à une définition beaucoup plus large de l'archéologie maritime qui regroupe désormais l'ensemble des études concernant les sociétés à partir des restes matériels des activités humaines liées à la mer (Dagneau 2010 : 3). Elle ne se restreint pas à l'étude de ce qui se trouve sous l'eau et s'intéresse aussi aux phénomènes terrestres en lien avec les activités maritimes, tels les ports, les quais, les chantiers de construction navale ou encore les villages côtiers.

Ainsi, ce qu'on appelle archéologie navale est l'aspect de l'archéologie maritime qui s'intéresse aux vestiges de navires. Son objet d'étude est varié et englobe tout type de véhicule servant à la navigation à la fois de mer, de rivière ou de lac, à la fois militaire, commerciale et à usage personnel sur une période couvrant l'ensemble de l'histoire humaine. Les sources principales d'information sont généralement les vestiges d'une structure d'embarcation ou de navire. Cependant, selon les époques et les contextes, les sources écrites, iconographiques ou ethnographiques peuvent venir compléter le processus d'analyses et d'interprétations (Pomey et Rieth 2005 : 9).

Les navires sont souvent considérés parmi les machines les plus complexes produites par une société (Muckelroy 1983 : 3). Ils reflètent un ensemble de connaissances, de savoir-faire et de techniques spécifiques à chacune de ces sociétés ayant possédé une industrie plus ou moins importante de construction navale. Cette industrie met en scène une mobilisation sociale complexe, impliquant une organisation et des investissements à long terme. L'étude des vestiges d'une épave permet de révéler certains de ces aspects qui ne sont pas accessibles autrement (Adams 2001 : 300).

Ce mémoire propose d'étudier l'univers de la construction navale du XVIII^e siècle en France et plus précisément pour la région de Bayonne, de même que les changements que cet univers subit à cette période, à travers l'analyse d'une épave témoin de cette époque. Il s'agit de la frégate le *Machault* construite à Bayonne en 1757 et sabordée en 1760 dans la baie des Chaleurs. Ce navire s'est avéré une référence idéale de par sa période et son contexte de construction. Malgré les années écoulées depuis les fouilles archéologiques du *Machault* (1969 à 1972), aucune étude détaillée de la structure architecturale n'avait été réalisée jusqu'ici. Ce mémoire se donne comme objectif de réanimer l'intérêt scientifique pour cette épave.

La relation entre le développement scientifique de l'âge des Lumières, associé ici à l'innovation, et les techniques des corps de métiers, associés à la tradition régionale sera au cœur de ce mémoire. Comment la construction navale du milieu du XVIII^e siècle dans la région de Bayonne se situe-t-elle en termes d'évolution ou de révolution technique à l'intérieur des traditions navales du XVI^e – XIX^e siècle? Qu'en est-il de la place grandissante de la science, mais surtout des traditions, à l'aube de la révolution industrielle en Europe? Le navire étant possiblement la machine la plus complexe et la plus développée produite par les sociétés du passé, l'étude des vestiges du *Machault* apportera différents éléments de réponses sur l'organisation technique de ces sociétés.

Le premier chapitre permet de camper le contexte historique dans lequel évolue notre sujet d'étude ainsi que l'approche conceptuelle développée pour mener à bien cette analyse. Ce chapitre présente également la problématique la méthodologie et le corpus à l'étude. Le deuxième chapitre remet en contexte historique et archéologique les vestiges du navire. Il s'agit

de présenter un historique de la frégate puis d'aborder les grandes étapes du travail archéologique effectuées sur l'épave, de sa fouille à son prélèvement et sa conservation.

Le troisième chapitre a comme objectif la compréhension des vestiges du *Machault* à la fois *in situ* ainsi que ceux remontés à la surface. Ce chapitre présente également les données obtenues en lien avec les trois grandes catégories d'analyse : celles concernant les étapes de foresterie, les données liées à la conception du navire puis les données relatives à la charpenterie.

Le quatrième chapitre procède à l'analyse des données recueillies dans le chapitre précédant et établit les bases qui serviront à l'interprétation des données. La même division tripartite est conservée afin d'assurer une continuité et une logique dans les données. Enfin, le cinquième chapitre est consacré à l'interprétation et la mise en commun de l'ensemble des analyses afin de développer un portrait général de la situation et répondre à notre problématique de départ.

1 - L'archéologie du navire

Ce premier chapitre aura comme objectif d'introduire l'architecture intellectuelle de ce mémoire. Pour commencer, le contexte historique de la construction navale sera présenté afin de mieux saisir la nature de l'étude proposée. Il sera question de l'industrie de la construction navale et de son évolution à travers le temps, selon l'apparition de «traités» de construction et d'écoles d'ingénierie navale. Par la suite, la problématique et l'hypothèse seront posées avant de procéder à la présentation des axes conceptuels qui chapeauteront cette analyse. La dernière section présentera le corpus de données historiques et archéologiques relatives à cette étude.

1.1 La construction navale

La science de l'ingénierie navale conçue aujourd'hui comme un domaine universitaire n'a pas toujours existé sous cette forme. Longtemps, la conception architecturale et la construction des navires étaient réalisées par des individus, plus ou moins spécialisés, qui n'avaient qu'une connaissance empirique des procédés physiques par lesquels le navire se maintenait à flot ou se mouvait. Ils savaient cependant comment construire le navire et quelles dimensions et proportions lui donner afin qu'il puisse remplir son office. L'expérience était plus valorisée que l'éducation théorique, et la transmission du savoir se produisait de génération en génération, de père en fils ou de maître en apprenti. Chaque famille gardait secret cet ensemble de connaissances tel un patrimoine, et c'est ce patrimoine protégé qui compose, aujourd'hui, l'une des clefs du savoir traditionnel des constructeurs de l'époque (Rieth 2002 : 312). Ce sont les gabarits de bois qui se trouvaient au centre de ce secret. Il s'agissait d'outils à partir desquels les formes du navire à construire étaient tracées. Si certaines règles de conception et de construction étaient communes à l'ensemble des constructeurs, d'autres étaient personnelles à chaque maître-charpentier et c'est ce qui constituait leur patrimoine à la fois intellectuel et culturel (Rieth 2002 : 313). Ainsi, malgré l'absence relative de connaissances théoriques, les maîtres-charpentiers étaient tout de même les constructeurs de l'un des engins les plus complexes de leur société (Ferreiro 2010 : 24).

1.1.1 Les premiers manuscrits

Il faut attendre le XV^e siècle pour voir l'apparition des premiers textes abordant l'architecture navale qui se présentent alors sous la forme de « livres de recettes » plutôt que sous celle de véritables œuvres explicatives (Pomey et Rieth 2005 : 57). Le *Fabrica di galere* d'origine vénitienne au XV^e est le premier d'entre eux. Il est principalement technique et contient des devis pour la construction de galères. L'auteur énumère les principales dimensions de la coque*¹ et les caractéristiques des membrures*. De tels manuscrits sont issus des arsenaux* et sont ainsi destinés à servir la classe dirigeante et non pas les constructeurs privés qui se déploient de manière traditionnelle sur les chantiers non dirigés par l'État (Pomey et Rieth 2005 : 58). Le savoir pratique des charpentiers continue à être transmis oralement à l'intérieur des familles et des confréries qui gardent jalousement leurs secrets.

Les premiers traités d'architecture navale apparaissent en France seulement à la fin du XVII^e siècle. Ils émergent dans un contexte où la construction navale se développe en tant qu'institution de l'État. Selon Larrie D. Ferreiro, architecte naval et historien, la science de l'architecture navale se construit en réponse à un besoin bureaucratique à la fin du XVII^e siècle pour un plus grand contrôle sur les constructeurs afin d'obtenir une standardisation dans la gestion d'une Marine nationale (Ferreiro 2010 : 25). Les traités abordent à la fois les aspects théoriques et pratiques de l'élaboration d'un navire, c'est-à-dire sa « conception architecturale » et sa « construction » selon les termes d'Eric Rieth, archéologue français (Rieth 1997 : 69). Des traités concernant la navigation apparaissent dont celui de George Fournier *Hydrographie contenant la théorie et la pratique de toutes les parties de la navigation* (Fournier 1643). Parmi les premiers concernant l'architecture navale elle-même, on retrouve le traité de F. Dassié *L'architecture navale contenant la manière de construire les navires, galères et chaloupes [...]* (Dassié 1677), Bernard Renau d'Elicagaray et la *Théorie de la manœuvre des vaisseaux* (Renau 1689) ou encore *L'art des armées navales ou Traité des évolutions navales qui contient les règles utiles aux Officiers Généraux et Particuliers d'une Armée Navale* de Paul Hoste (Hoste 1697).

¹ Les astérisques indiquent qu'une définition est disponible dans la section « Glossaire ».

L'apparition de ces traités coïncide avec la nomination de Jean Baptiste Colbert en tant que ministre de la Marine en 1669. Grand réformateur, Colbert est à l'origine d'une politique qui vise à doter la France d'une flotte digne de son statut de puissance mondiale. Il souhaite entre autres standardiser la construction des navires et codifier le travail des charpentiers. Il lancera aussi une réforme de la gestion des forêts dans le but de protéger les ressources de bois nécessaires à la construction navale. Des écoles sont établies dans les arsenaux les plus importants de l'époque à Brest, à Rochefort et à Toulon, mais les maîtres-charpentiers sont cependant réticents à partager leurs connaissances en donnant des cours à des recrues de la Marine. Les écrits rapportent que certains charpentiers ont subi des menaces d'emprisonnement avant d'accepter de dispenser des cours qui, au final, furent volontairement denses et incompréhensibles (Ferreiro 2006 : 281).

Ainsi, cette marine du roi Louis XIV, dirigée par Colbert, a été qualifiée par Eric Rieth, comme une transition entre les méthodes du Moyen-âge et du monde moderne (Rieth 2001 : 260). Les maîtres-charpentiers continuent ainsi d'utiliser les différentes techniques liées aux gabarits de bois pour déterminer la forme éventuelle des membrures de la carène*; se pointent cependant à l'horizon de nouvelles méthodes de conception architecturale des navires à travers l'instauration d'écoles qui commencent à enseigner différentes théories faisant l'usage de mathématiques et à diffuser l'information autrefois secrète.

1.1.2 Une période de changement. Le XVIII^e siècle

L'industrie de la construction navale française au XVIII^e est grandement influencée par l'arrivée du personnage de Blaise Ollivier et de son ouvrage *Traité de construction* (1736) dans la première moitié du XVIII^e siècle. Ollivier est issu d'une famille de charpentiers installés à Toulon et son traité, à la fois théorique et pratique, fournit des descriptions détaillées, des dimensions et proportions de navires. Étant lui-même un constructeur, il rompt le secret du savoir dans lequel les lignages de charpentiers évoluaient et met alors les connaissances à la portée de la Marine nationale.

Peu de temps après la publication du *Traité de Construction* d'Ollivier en 1736, un nouvel Inspecteur général de la Marine est nommé : il s'agit d'Henri-Louis Duhamel du Monceau, un scientifique qui se préoccupe autant de la résolution de problèmes pragmatiques que du développement théorique (Allard 1970 : 95). Concernant la Marine, il souhaite transformer et standardiser ce qui relevait autrefois de la tradition et de l'habitude. Contrairement à Colbert qui tentait d'appropriier et de nationaliser des méthodes qui était jusqu'alors l'apanage d'un corps de métier, Duhamel du Monceau s'intéresse à la prochaine génération afin d'instaurer de nouvelles pratiques au sein de la Marine. Il inaugure en 1740 la Petite École de Marine pour les fils des constructeurs. Y sont enseignées « les mathématiques, la physique et la manière de calculer leurs plans de vaisseaux pour connaître avant la construction les bonnes ou mauvaises qualités des vaisseaux qu'ils se proposaient de construire » (Rieth 2002 : 318). En 1752, l'Académie de Marine de Brest est fondée et devient le cœur du développement scientifique en matière de construction navale (Vergé-Franceschi 1991 : 231). On cesse alors d'utiliser les techniques entourant les gabarits de bois traditionnels. Elles sont non seulement reléguées aux oubliettes dans les arsenaux, mais sont qualifiées de techniques d'« anciens constructeurs » selon la formule employée par Duhamel du Monceau dans la seconde édition de son ouvrage phare *Elemens de l'architecture navale* en 1757 (Duhamel du Monceau 1757 : ix).

Ce traité est rédigé afin d'enseigner la construction navale non seulement aux officiers de la Marine, mais aussi à des constructeurs privés. Le but de cet ouvrage n'est pas de proposer de nouvelles façons de bâtir, mais plutôt de rendre compte de ce qui se fait de plus éprouvé sur les chantiers et ainsi construire des navires sans vices limitatifs. Duhamel du Monceau souhaite exposer les faits et les techniques, et conserve une intention historique en permettant au lecteur de constater l'évolution de la science de l'architecture navale. Son ouvrage aborde de nombreux aspects de la construction navale du milieu du XVIII^e en France et rassemble par écrit une longue tradition de transmission orale.

D'après les écrits historiques laissés par les théoriciens de l'époque tels Duhamel du Monceau (Duhamel Du Monceau 1757), le monde de la construction navale en ce milieu du XVIII^e siècle est déjà en rupture avec les méthodes des « anciens constructeurs ». Les

charpentiers qui avaient longtemps eu le contrôle de leurs chantiers deviennent, au cours du siècle, de simples exécutants des ordres des ingénieurs. Ce sont eux qui dressent les plans dans les bureaux de la Marine selon des procédés mathématiques et géométriques. La scission professionnelle n'est pas seulement sociale, mais également spatiale entre les bureaux d'ingénieurs et les chantiers.

Le XVIII^e siècle voit aussi apparaître en France une nouvelle façon de concevoir la forme des navires, issue du développement de la science navale. Cette innovation coïncide avec la standardisation et la centralisation du processus de conception des navires au sein de l'État. Les plans graphiques sur papier se développent ; en utilisant une échelle réduite, on peut précisément mesurer les lignes afin d'effectuer des calculs mathématiques de volume et de surface (Ferreiro 2006 : 38). Ce sont alors les ingénieurs formés aux Écoles de Marine qui développent les plans de projection, qu'ils remettent ensuite aux charpentiers qui vont réaliser le navire. Les charpentiers sont alors dépouillés de la conception architecturale du navire et en conservent seulement la construction. Il n'y a donc plus lieu d'utiliser des gabarits dynamiques, mais plutôt un patron distinct et statique pour chaque coupe sur la longueur du navire, reporté du plan sur papier en deux dimensions. Il pouvait donc exister jusqu'à une vingtaine de patrons de grandeur nature pour un seul navire. Cette nouvelle division du travail permet, à partir d'un bureau central d'ingénieur, de standardiser les modèles de navires et de pouvoir répliquer plus aisément un navire. Cette méthode élimine la variabilité qu'il pouvait y avoir entre les arsenaux suite aux différentes traditions utilisées auparavant par les charpentiers. L'emploi de patrons statiques au lieu de gabarits dynamiques matérialise aussi une rupture dans la chaîne opératoire du navire, en séparant le travail des concepteurs et des constructeurs.

Si les premiers ingénieurs ne sont officiellement nommés qu'à partir de 1765 avec la création de l'École des Élèves Ingénieurs-Constructeurs de la Marine, il est probable que les décennies qui précèdent sont aussi imprégnées d'un important changement de système où les traditions s'effacent au profit d'une approche plus scientifique. Rien ne semble cependant indiquer que les traditions aient disparu entièrement et il n'est pas à exclure qu'elles soient encore employées dans des contextes en marge des arsenaux et des pratiques de la Marine

(Rieth 2002 : 318). On imagine difficilement une pratique plusieurs fois centenaire disparaître en quelques années...

•
Finalement, le XVIII^e siècle est le témoin de préoccupation grandissante de la part des autorités envers la disponibilité de la ressource forestière. Le XVIII^e siècle hérite d'une situation forestière devenue précaire. La superficie forestière s'amenuise depuis longtemps malgré les Édits et Ordonnances qui apparaissent dès 1376 (Bamford 1956; Ballu 2008). L'ordonnance sur les Eaux et Forêts de 1669 dirigée par Colbert dote la France d'une législation mieux adaptée, mais les nombreuses guerres dans lesquelles la France est entraînée rendent inopérants plusieurs articles. Malgré tout, la Marine française reste respectable, mais on doit faire de plus en plus appel aux bois des colonies et étrangers ainsi qu'aux forêts dites sauvages dont nous reparlerons plus loin dans ce chapitre (Ballu 2000 : 22). La métallurgie joue également un rôle de plus en plus important dans le remplacement de pièces, particulièrement celles courbes, devenues rares et dispendieuses.

Ainsi, le XVIII^e siècle se pose véritablement comme une période de changements majeurs; entre l'apparition de véritables institutions destinées à former des constructeurs de navires, l'apparition de nouvelles méthodes de conception et les problèmes environnementaux, l'industrie de la construction navale subit de nombreuses pressions. Ce sont les réactions à ces pressions qui seront au centre de la prochaine section qui mettra en place l'approche conceptuelle mobilisée dans de ce mémoire.

1.2 Entre la Science et la Technique

Deux principaux concepts sous-tendent l'ensemble de ce mémoire, et leur relation offre un cadre permettant d'appréhender le contexte de la construction navale du milieu du XVIII^e siècle. Il s'agit des concepts définissant la Science et la Technique et les relations qu'elles entretiennent. Cette compréhension est essentielle, car selon Robert Halleux, historien français des sciences et des techniques :

« L'union en un seul concept de la culture scientifique et de la culture technique est bien fondée en amont puisque la science et la technique s'enracinent toutes deux

dans un processus de création. Elle est bien fondée en aval puisqu'il n'y a plus aujourd'hui de progrès technique majeur sans recherche scientifique à la base, et que toute démarche scientifique est bien solidaire de ses applications » (Halleux 2009 : 15).

Pourtant, cette union rencontre fréquemment des réticences puisque la science est généralement considérée comme un apprentissage universitaire, théorique et intellectuel alors que la technique est associée, souvent avec mépris, à des travaux manuels et mécaniques (Halleux 2009 : 15). La conjoncture de la construction navale du XVIII^e siècle illustre bien cette dissonance et les relations entre les deux domaines. Ces concepts sont ainsi les plus à même d'expliquer les phénomènes auxquels ce mémoire est confronté.

Le mot *scientia*, ou science, se définit aujourd'hui comme toute connaissance ayant une méthode déterminée et un objet de valeur universelle (Halleux 2009 : 17). Cependant, cette définition a connu plusieurs variations à travers le temps. Ainsi, à l'époque de Denis Diderot, philosophe et encyclopédiste français du milieu du XVIII^e siècle, la Science relève du domaine de l'intellectuel et la Technique du domaine du manuel. Le terme « technique », vient du grec *technè ars* de la même racine que *teukhō* et *tektōn*, c'est-à-dire « fabriquer » et « charpentier ». Il désigne un ensemble de règles et de moyens pour produire ou agir (Halleux 2009 : 17). On appelle parfois à cette époque « Art » ce qui relève des domaines techniques. Dans son œuvre *l'Encyclopédie ou dictionnaire raisonné des Sciences, des Arts et des Métiers* (1751), Denis Diderot, encyclopédiste français, fait une distinction entre Arts et Science : si l'objet s'exécute selon un système de règles, telle une recette, il se nomme l'Art. S'il se contemple sous différentes facettes, il s'appelle Science :

« En examinant les productions des arts, on s'est aperçu que les uns étaient plus l'ouvrage de l'esprit que de la main et qu'au contraire, d'autres étaient plus l'ouvrage de la main que de l'esprit » (Diderot 1751 : 495-509).

Cette distinction ne concerne pas seulement l'objet d'étude : elle est également sociale :

« Cette distinction, quoique bien fondée, a produit un mauvais effet en avilissant des gens très estimables et utiles, et en fortifiant en nous, je ne sais quelle paresse naturelle, qui ne nous portait déjà que trop à croire que de donner

une application constante et suivie à des expériences et des objets particuliers, sensibles et matériels, c'était déroger à la dignité de l'esprit humain » (Diderot 1751 : 495-509).

Il exprime ainsi la division sociale entre les arts libéraux (la science) et les arts mécaniques (la technique), révélant le dédain des premiers face aux seconds.

Maurice Daumas, historien des techniques, identifie le XVIII^e siècle comme étant une période de rupture, tant dans l'évolution de la science que de la technique. Il s'agit, selon lui, d'une époque caractérisée par une accélération du rythme du développement dès les premières décennies du siècle qui va mener à la Révolution scientifique, ou industrielle, du XIX^e siècle. Si le complexe de connaissances dites traditionnelles, c'est-à-dire techniques, commence à s'effriter entre 1750 et 1850, ses acquis refusent de disparaître et continuent d'exister conjointement avec l'essor scientifique (Daumas 1991 : 17-31). C'est ce que Thomas S. Kuhn, philosophe et historien des sciences américain, identifie comme la deuxième période d'interaction entre la Science et la Technique. Cette interaction est caractérisée par un déploiement croissant dans les techniques de méthodes empruntées à la science et parfois scientifique elles-mêmes (Kuhn 1990 : 207).

1.2.1 Les facteurs d'évolution des savoirs

Les techniques ne sont pas fixes; bien au contraire, elles évoluent dans le temps. Maurice Daumas évoque un ensemble de facteurs d'évolution des techniques, variables selon le temps et l'espace, mais étroitement solidaires entre eux. Lorsque l'un de ces facteurs progresse, il crée une tension sur son environnement technique et, afin de rétablir un équilibre, il entraîne une transformation de la technique à plus ou moins grande échelle. S'ajoute à ces facteurs l'influence de ceux dits exogènes, c'est-à-dire la structure sociale et économique ainsi que les événements politiques et militaires. Ces facteurs exogènes sont des incitatifs au changement et doivent être réceptifs et aptes à adopter un remaniement. Daumas donne l'exemple des pseudo-inventions de Léonard de Vinci : non seulement le niveau technologique de la société ne permettait de les réaliser, mais la société n'en avait pas le besoin et n'incitait donc pas les techniques à évoluer (Daumas 1991 : 7).

Ce que Daumas nomme facteurs d'évolution, l'archéologue maritime Jonathan Adams les qualifie de contraintes. Adams définit le navire comme étant l'expression, la manifestation d'un besoin maritime et des aspirations d'une société, produite dans un contexte de contraintes à la fois physiques et métaphysiques (Adams 2001 : 300). Il identifie ainsi sept contraintes qui contribuent à la définition d'un navire (Figure 1) :

1. L'objectif : il s'agit de saisir le but dans lequel le navire a été construit et utilisé, afin de relier de façon concrète une épave avec la société qui l'a produite. Le degré de spécialisation du navire peut indiquer la complexité du système dans lequel il opère;
2. La technologie : cela réfère aux moyens technologiques disponibles pour la construction du navire. La disponibilité des ressources et des connaissances technologiques influence la taille et la complexité du navire. Les méthodes de construction de bateau représentent souvent les technologies de pointe des sociétés;
3. Tradition : il s'agit du système d'idées qui définit la conception architecturale et la construction du navire;
4. Matériel : ce sont les matériaux, bruts ou manufacturés, disponibles pour la construction. Ils peuvent refléter la disponibilité de ressources et/ou un choix;
5. Économie : cela réfère à la main-d'œuvre et au financement disponible. Dans les sociétés modernes, l'économie de la construction navale relève souvent du militaire et du politique;
6. Environnement : il s'agit de l'environnement aquatique dans lequel le navire va naviguer. La navigation en haute mer ou en rivière ne nécessite pas le même type d'embarcation;
7. L'idéologie : ce sont les idéaux et les concepts qui déterminent comment un navire doit être compris. Cela inclut l'aspect symbolique qui dicte comment le navire est perçu par les différents groupes et acteurs sociaux qui l'entourent.

Cette opérationnalisation théorique d'Adams permet d'appliquer les idées de Daumas à l'archéologie d'épave. La relation qu'entretiennent ces différents facteurs de contrainte influence le processus de production d'un navire. Cette dynamique varie dans le temps et dans l'espace, et le changement s'opère lorsqu'une ou plusieurs de ces contraintes commencent à agir

de façon différente ou à une différente amplitude. Chaque épave a donc le potentiel de révéler tout ces aspects de sa création et, à travers eux, différents aspects de la société qui l’a produite.

Suivant l’idée de Daumas de facteurs techniques et facteurs exogènes, les contraintes d’Adams peuvent être distribuées en termes de facteurs internes et externes de changement (Figure 2). Ainsi, les contraintes associées à l’objectif du navire, la technologie, la tradition, le matériel et l’environnement sont des facteurs internes. La progression de l’un de ces facteurs entraîne une tension sur les autres, les forçant à se modifier pour rétablir l’équilibre. Ensuite, les contraintes économique et idéologique relèvent des facteurs exogènes, c’est-à-dire qu’ils incitent un changement et influencent les autres contraintes de façon externe et indirecte au projet architectural. Dans une perspective d’analyse d’une épave française du milieu du XVIII^e siècle, ces idées nous indiquent où chercher pour appréhender et comprendre la tension entre les aspects traditionnels et innovateurs.

Une fois les facteurs de changement identifiés, il est temps de définir comment ce changement s’opère et comment il est perçu par la société qui le vit. Dans son ouvrage *La structures des révolutions scientifiques*, Thomas S. Kuhn théorise que, lorsqu’il y a émergence d’un nouveau paradigme capable d’attirer la génération suivante de spécialistes au sein d’une science, les écoles antérieures vont désormais tendre à disparaître. Ce nouveau paradigme apparaît lorsque la science acquise ne parvient pas à expliquer les anomalies de plus en plus fréquentes qui surgissent au sein de la discipline. Ces changements de paradigme ne se font pas sans heurts. Quelques-uns continuent de s’accrocher aux anciennes vues jusqu’à ce qu’ils soient considérés comme extérieurs à leur spécialité et sont alors progressivement ignorés (Kuhn 2008 : 121). Il existe donc une phase transitoire où les problèmes peuvent être à la fois résolus par l’ancien et le nouveau paradigme jusqu’à ce que la transition soit complétée (Figure 3). Il s’agit de l’une des principales idées à retenir de la thèse de Kuhn : l’aspect graduel et progressif du changement de paradigme. Les « révolutions » ne sont pas subites, mais résultent d’une accumulation d’altérations, de découvertes d’anomalies qui mènent à la nécessité de construire un nouvel ensemble de conviction, et à développer une nouvelle base pour la pratique de la science (Kuhn 1990). S’il semble extrême de parler de changement de paradigmes dans

l'industrie de la construction navale, la théorie de Kuhn nous permet cependant d'appréhender les changements profonds qui s'opèrent.

1.2.2 Bilan

La thèse de Thomas S. Kuhn, amplifiée dans les détails par Maurice Daumas et Jonathan Adams, permet de situer l'épave du *Machault* au cœur d'une longue révolution en matière de construction navale, où les anciennes traditions techniques ont été rattrapées par une marée montante d'innovations scientifiques. Il est possible de conclure que, même si l'histoire des sciences et l'histoire des techniques ont deux objets d'étude distincts, elles entretiennent d'étroites relations. La compréhension de ce rapport est essentielle, car la science et la technique s'enracinent dans un même processus de création, et elles s'influencent l'une et l'autre.

Pourtant, au XVIII^e siècle, la science relevait du domaine de l'intellectuel tandis que la technique relevait d'une production manuelle. Cette division ne reflétait pas seulement le type de travail accompli, mais exprimait aussi un clivage social entre les arts libéraux (la science) réservés à une élite intellectuelle, et les arts mécaniques (la technique). Le milieu du XVIII^e siècle est considéré comme une période de rupture, car c'est le moment où le complexe de connaissances techniques et traditionnelles existe conjointement avec les développements scientifiques, interagissant et s'influçant mutuellement (Daumas 1991 : 17-31; Kuhn 1990 : 208). Cette phase est décrite par Kuhn comme étant celle de transition entre deux paradigmes où deux écoles se côtoient, l'une en évolution et en accord avec la nouveauté, et l'autre accrochée aux traditions. Ces concepts de paradigme et de facteurs d'évolution permettront de rendre compte de l'apparition de nouvelles méthodes en construction navale en documentant les facteurs de changement propres à cette industrie.

1.3 Problématique et hypothèse

Cette étude a donc pour objectif de mieux comprendre l'industrie de la construction navale du milieu du XVIII^e siècle pour la région de Bayonne à travers l'analyse des pièces architecturales de la frégate nommée le *Machault*. Construit à Bayonne en 1757 et sabordé en 1760 dans la baie des Chaleurs en Nouvelle-France, le *Machault* est retrouvé en 1968 par

l'agence gouvernementale de Parcs Canada. Cette analyse tentera de déceler les aspects plus traditionnels de la construction navale à Bayonne, sur la côte basque française, et les aspects plus novateurs qui révèlent l'influence grandissante des ingénieurs de la Marine française. À ce jour, aucune étude architecturale approfondie n'a été entreprise sur la structure du *Machault*. Cette analyse permettra également de poser les premiers jalons pour la compréhension des vestiges.

La principale hypothèse développée concerne l'industrie de construction navale qui tend à l'uniformisation à travers l'étatisation des différentes structures inhérentes à la construction navale, en même temps que subsistent des régionalismes traditionnels chez les charpentiers n'ayant pas été instruits dans les écoles de la Marine. Ainsi, les vestiges architecturaux du *Machault* pourraient fournir des indices d'une construction à la fois ancrée dans une tradition régionale, mais parfois pratiquée sur toute la façade européenne atlantique. Cette présence de traditions techniques renvoie à une image du XVIII^e siècle moins tranchée que ce que les sources historiques présentent. Il s'agit d'un jalon archéologique qui, jumelé à de nouvelles études, mènera à un portrait plus complexe de la construction navale française.

Cette hypothèse suppose que les traités et les manuscrits de construction navale du XVII^e et XVIII^e siècle tendent à exprimer une réalité théorique, décrite par des ingénieurs ou observateurs externes et ne reflétant donc pas fidèlement les réalités du chantier naval. Les éventuels écarts entre la structure architecturale du *Machault* et les écrits historiques seront une source particulière d'interrogation. Cette dichotomie attendue entre les sources historiques et les traces archéologiques n'est pas inédite et redonne une voix à ces techniques laissées pour compte par l'histoire écrite.

1.4 Les méthodes d'analyse

Les analyses archéologiques ne sont que le dernier chapitre de l'histoire complexe d'un objet, mais ce sont elles qui permettent d'en reconstruire le périple (Creasman 2010 : 2). Les épaves racontent à la fois les routes commerciales et les réseaux d'échanges à travers les objets de culture matérielle retrouvés à bord. Elles parlent des innovations technologiques et

scientifiques et des ressources qui rendent possible leur construction. Avant le XIX^e siècle et l'arrivée des navires de métal, le principal matériel pour la construction était les arbres qui fournissaient alors la ressource première nécessaire à la réalisation des bateaux. Matière généralement abondante sur les sites d'épave, le bois d'un navire offre beaucoup et instruit sur de nombreux aspects liés à l'industrie de construction navale. Ces pièces racontent l'histoire du navire alors qu'il n'était qu'un peuplement d'arbres et témoignent des transformations nécessaires à l'élaboration des pièces architecturales.

Une approche holistique sera mise de l'avant afin d'offrir un portrait de la construction navale dans son ensemble. La méthodologie se base ainsi sur trois phases séquentielles de la chaîne opératoire, en vue d'atteindre les divers objectifs fixés par cette étude. Il s'agit de l'analyse des techniques de foresterie, de la conception architecturale et de la charpenterie de la frégate le *Machault* (Figure 4). Cette triade méthodologique a déjà été utilisée par le passé pour analyser d'autres épaves, notamment celle du *San Juan*, de *La Belle* ou encore celle du *Mary Rose* (Barker *et al.* 2009; Carrell 2003; Grenier *et al.* 2007).

Cette organisation des données et de l'analyse selon trois maillons séquentiels de la chaîne opératoire navale renvoie aux facteurs et aux contraintes d'évolution identifiés par Jonathan Adams (Adams 2001). Chaque maillon comporte son jeu de traditions et d'innovations, mais de manière différentielle selon les diverses contraintes qu'elles subissent. Les techniques de foresterie renvoient directement à la contrainte de matériel puisqu'il s'agit de l'extraction de la matière première. La phase de la conception architecturale relève de l'objectif du navire puisqu'elle s'intéresse au but recherché par la construction du bâtiment ainsi qu'à la contrainte de l'environnement aquatique dans lequel le navire va naviguer. La conception est aussi liée à la technologie et la tradition puisqu'elle dépend des moyens et connaissances disponibles pour la construction. La tradition définit le système d'idée selon lequel le navire est construit, ce qui rend cette contrainte inhérente à la conception, mais également à la prochaine phase, celle de la charpenterie. Cette dernière repose donc sur les contraintes de la tradition et de la technologie, mais aussi sur le facteur lié au matériel disponible pour la réalisation du projet. Les phases du projet architectural sont ainsi liées les unes aux autres et ne peuvent évoluer en vase clos.

1.4.1 Les techniques de foresterie

D'un point de vue archéologique, les premières études portant sur le potentiel écono-environnemental du bois sont réalisées par Michel Rival, historien français sur la charpenterie navale romaine (Rival 1991) et par Frédéric Guibal et Patrick Pomey, respectivement dendrochronologue et archéologue français, sur les épaves antiques méditerranéennes (Guibal et Pomey 2000; 2002; 2004). Elles ont démontré qu'au-delà des analyses dendrochronologiques et anatomiques des pièces de bois, ce type d'analyse permet de comprendre les critères de sélection et les modes d'utilisation, depuis le choix des essences jusqu'à leur débitage, leur façonnage et leur assemblage (Guibal et Pomey 2002, 2004 ; Rival 1991).

Suite à cette prise de conscience du grand potentiel des informations pouvant être tirées du bois sur les pratiques des sociétés ayant produit les navires, d'autres auteurs se sont penchés sur la ressource du bois. Ils ont démontré qu'en combinant un ensemble de sources écrites et iconographiques, les facteurs politiques, sociaux, économiques et les données archéologiques, l'analyse d'une épave et de ses bois devient beaucoup plus complète (Creasman 2010; Delhay 1998; Loewen et Delhay 2003; Loewen 2000; 2001; 2007a,b,c). Leur approche s'est avérée une source d'inspiration pour l'établissement de la méthodologie de travail nécessaire pour l'analyse du *Machault*.

Parmi les méthodes d'analyse retenues, mentionnons la détermination des essences utilisées dans la charpente et le décompte des cernes en présence. L'identification des essences révèle l'environnement dans lequel s'est développée l'industrie navale représentée par le navire. Elle permet également la reconstitution des réseaux commerciaux du bois et du paysage forestier et d'identifier de grandes traditions régionales en termes d'utilisation des essences (Creasman 2010 : 51-52; Dagneau 2002 : 29; Guibal et Pomey, 2002 : 94). Le décompte de cernes présents sur une pièce architecturale d'un navire permet de documenter les méthodes d'approvisionnement et de comprendre les critères de sélection des arbres ayant cours au moment de la construction du navire (Loewen 2000; 2001; 2007a,b,c). Cette méthode, appliquée sur les bois du *Machault*, permettra d'alimenter notre réflexion sur la nature de la forêt qui a

donné naissance au navire ainsi que sur les techniques en vigueur à l'époque sur les chantiers de Bayonne.

Au-delà du simple décompte des cernes, la datation dendrochronologique des pièces donnera accès à la date d'abattage des arbres ce qui permet alors d'identifier de potentielles réparations ou alors la réutilisation de pièces provenant de navires plus anciens. La dernière méthode retenue est celle qui concerne l'adéquation morphologie de l'arbre avec la pièce finie. Inspirée des études menées sur les épaves du *San Juan* (Grenier *et al.*, 2007; Loewen 2000; 2001), de Cavalaire-sur-Mer (Loewen et Delhaye 2003), et des bateaux plats de la Nouvelle-France (Dagneau 2002; 2004), cette méthode permet de comparer la forme originelle de l'arbre avec la forme finie de la pièce et de juger de l'adéquation entre les deux. Cela peut renseigner sur la planification du projet architectural et sur la capacité de se procurer des pièces de qualité.

Ces différentes analyses seront menées sur les bois exposés au Lieu Historique National du Canada de la Bataille-de-la-Ristigouche et ceux conservés dans les réserves de Parcs Canada à Ottawa. L'ensemble de ces facteurs permettra de dresser un portrait, non seulement de la forêt qui a fourni les pièces de bois, mais aussi celui de l'industrie forestière ayant approvisionné les chantiers navals en matière première. Cette industrie bascule elle aussi entre tradition et innovation au milieu du XVIII^e siècle. Une fois mises en relation avec la conception architecturale et les techniques de charpenterie, les techniques de foresterie dresseront un portrait de l'industrie de la construction navale à travers l'épave du *Machault*.

1.4.2 Les techniques de conception architecturale

L'étude des techniques de conception architecturale renvoie au moment où les charpentiers, ou ingénieurs, décident des proportions et dimensions du navire et projettent la forme curviligne et tridimensionnelle de la carène. La conception des navires a évolué dans le temps et l'espace, et son articulation avec la phase de charpenterie a été tantôt étroite, tantôt nettement séparée. Comme il a été mentionné précédemment, la moitié du XVIII^e siècle a été vue comme une période charnière où les chantiers de construction voient un changement dans la façon de concevoir les navires. Les grands gabarits de bois sont mis de côté au profit des méthodes mathématiques et de plans de projection sur papier. Étudier la conception

architecturale des navires n'est pas une approche nouvelle et plusieurs cas ont fait école (Carrell 2003; Castro 2005; Dagneau 2002, 2004; Lafrenière 2013; Laroche 2008; Loewen 2007a,c; Baker *et al.* 2009; Rieth 1998a). La description de chacun de ces projets alourdirait inutilement notre propos, aussi nous n'en ferons qu'une brève description de façon à comprendre leur impact méthodologique sur l'archéologie navale.

La première étude archéologique du mode de conception architecturale est celle de l'épave de Cala Culip VI par Eric Rieth (1998a). Les résultats ont posé un jalon en démontrant de façon explicite l'emploi du procédé traditionnel du maître-gabarit, de la tablette et du trébuchet dès le tournant du XIV^e siècle (Rieth 1998a : 169). L'épave de Cala Culip VI est ainsi le plus ancien témoignage d'un mode de conception de membrure-première à partir de la technique du maître-gabarit à avoir été retrouvé et étudié. En 2007 les résultats des fouilles du baleinier basque de Red Bay, le *San Juan*, sont publiés (Grenier *et al.* 2007). L'analyse de la conception architecturale a démontré que dans ses principaux aspects, la coque avait été conçue selon les mêmes principes que ceux énoncés dans les traités de construction des années 1570 - 1620.

L'analyse des formes de *La Belle*, un navire français perdu en 1686, a révélé une utilisation de la méthode de la tablette et du trébuchet, connue en Méditerranée à cette époque (Carrell 2003 : 399). L'épave de *La Belle* est ainsi le témoin de transferts techniques entre la Méditerranée et l'Atlantique. On peut voir ce changement comme le résultat d'une standardisation au sein des arsenaux face à deux traditions distinctes en Méditerranée et en Atlantique. De plus, l'analyse a révélé l'utilisation de lisses*, ce qui marque une étape de transition dans le développement de la conception graphique des navires, une transition qui aboutit, vers la moitié du XVIII^e siècle, à l'abandon de la méthode du maître-gabarit, de la tablette et du trébuchet dans les arsenaux selon les dires de Duhamel du Monceau (1757 : ix).

Les études menées à ce jour sur la conception architecturale des navires ont permis d'illustrer la dichotomie qui peut survenir entre les données archéologiques et historiques. De plus, ce type d'étude a démontré qu'il peut y avoir transfert de culture technique et que des échanges ont pu survenir entre l'Atlantique et la Méditerranée à travers le temps. Analyser et

comprendre la conception architecturale du *Machault* permettront d'identifier l'appartenance à l'une ou l'autre des façons de concevoir les navires : l'ancienne méthode des gabarits ou la nouvelle méthode des plans de projection ou encore une forme intermédiaire. Cela fournira également l'occasion de voir s'il y a adéquation entre les sources historiques, qui mentionnent la disparition de la méthode traditionnelle, et les sources archéologiques.

Différentes méthodes seront mises en application afin de pouvoir analyser la conception architecturale du *Machault*. Pour commencer, il y aura l'analyse de l'un des couples* exposés pour y rechercher les traces d'un système géométrique, témoin de l'emploi de gabarits. Le couple a été entièrement dessiné à l'échelle 1 :20 et une méthode d'essai-erreur utilisant une superposition d'arcs de cercle a été mise en place afin de déceler leur éventuelle présence ou confirmer leur absence. Au-delà de la présence de ces arcs, les dimensions et proportions du *Machault* ont été comparées avec d'autres navires connus par les sources historiques. Ce type d'observation permet de voir comment le *Machault* se positionne vis-à-vis des changements du XVIII^e siècle. Cette comparaison permettra d'accéder à une compréhension supérieure des vestiges et une comparaison avec les autres navires de son époque.

1.4.3 Les techniques de charpenterie

Une fois les arbres abattus et les plans et devis réalisés, la dernière étape est celle de la construction du navire. Comme le mentionnent Patrice Pomey et Eric Rieth dans leur ouvrage *L'archéologie navale* (2005), le principe de construction concerne la manière dont la forme et la structure de la coque sont définies. Le procédé intervient chronologiquement après la conception architecturale, et porte sur la façon dont la coque est matériellement bâtie et relève d'un aspect pratique. Il se caractérise par un enchainement de différentes étapes dans l'élaboration de la charpente longitudinale, la charpente transversale puis du bordé* (Rieth et Pomey 2005 : 29). L'étude des différentes structures du *Machault* permettra d'identifier les différents procédés de construction navale et leur relation dans la chaîne opératoire du navire. Il sera question d'identifier si des relations peuvent être établies en termes de tradition et d'innovation à travers l'identification et l'observation de certaines méthodes.

Les études sur les méthodes de charpenterie des navires sont nombreuses, car plusieurs aspects sont rapidement identifiables et ne demandent pas d'analyses aussi poussées que la datation des pièces par la dendrochronologie ou la reconstruction des méthodes de conception architecturale. Il ne sera pas pertinent d'en faire ici l'énumération, mais notons quelques études qui ont influencé la méthodologie de cette étude. Les analyses des épaves du *San Juan* et du *Mary Rose* comptent parmi les études les plus complètes avec un recensement systématique des fixations, traces d'outillage et d'assemblage des différentes pièces qui ont permis de reconstituer la séquence de construction des deux navires (Loewen dans Grenier *et al.* 2007; Barker *et al.* dans Marsden 2009). Une approche semblable a été adoptée et les mêmes critères ont été appliqués afin de comprendre la chaîne opératoire d'élaboration du navire. Ainsi, l'ensemble des traces d'outils visibles donne accès au coffre à outils du charpentier, mais également aux séquences d'assemblages et aux différents corps de métiers qui ont pu être en contact avec le navire durant sa phase de construction. La même logique peut être appliquée en ce qui concerne l'assemblage des pièces entre elles et la documentation de différents types de fixations : des clous, gournables* et les broches latérales et transversales. Ces différentes données permettent d'identifier les traditions régionales et de reconstituer la séquence d'assemblage du navire. Les observations sur les traces d'outils et les fixations ont été menées sur les pièces exposées au LHNC de la Bataille-de-la-Ristigouche. Ce type d'observation doit être fait systématiquement et seule la structure exposée s'y prêtait. Les assemblages ont été documentés à partir des relevés réalisés par Parcs Canada ainsi que sur les pièces exposées.

1.5 Le corpus à l'étude

Les données disponibles sur le *Machault* sont nombreuses et sont de trois natures différentes. Premièrement, les vestiges archéologiques constituent la source principale d'information concernant la structure de la frégate. Les pièces de bois documenté durant les fouilles archéologiques menées par Parcs Canada de 1969 à 1972 sont actuellement conservées à trois endroits distincts. On les retrouve partiellement exposées au LHNC de la Bataille-de-la-Ristigouche, à Ristigouche, et les pièces non incluses dans l'exposition sont actuellement entreposées dans les locaux de Parcs Canada à Ottawa. Ces deux ensembles architecturaux constituent le cœur de ce mémoire et c'est sur ces pièces que l'ensemble des analyses a porté.

Enfin plusieurs vestiges architecturaux se trouvent toujours sous l'eau dans la baie des Chaleurs, l'intégralité du navire n'ayant pas été remontée à la surface.

Deuxièmement, parmi les documents historiques les plus importants se trouvent les archives liées au *Machault*, se trouve le compte de construction et d'armement du *Machault* (annexe 1) et le devis de construction d'une autre frégate en 1757 à Bayonne par le même architecte que le *Machault* (annexe 2).

Enfin, nous avons consulté la documentation produite par Parcs Canada au courant des fouilles de 1969 à 1972. Cependant, cette documentation reste souvent à l'état de notes, de relevés, de photographies de terrain, et de fiches de suivi pendant la conservation des pièces. La description détaillée de ces documents fait l'objet d'une bibliographie commentée dans l'annexe 3. Parmi ces documents, on retrouve des dessins réalisés à différents moments lors des années 1970 et des photos des pièces et structures au moment de leur remontée à la surface. Un inventaire de ces photos et relevés est disponible à Parcs Canada. Nous avons aussi consulté les rapports annuels de fouilles (Zacharchuk 1970; Zacharchuk et Stoddard 1970; Waddell 1972; Stoddard 1977; Anonyme s.d.) et les notes de fouilles rédigées par les plongeurs. Un document produit durant les fouilles rapporte les dimensions des vestiges et identifie les structures pouvant être remontées à la surface (Parcs Canada 1970). Un rapport inédit décrit 285 pièces de bois remontées et contient une liste de leurs numéros attribués lors des fouilles (Parcs Canada n.d.). Il existe un fichier d'inventaire permettant de corréler les numéros des pièces et ceux attribués.

Suite aux fouilles, d'autres documents ont été produits dont un plan de site général (figure 5). Deux documents contiennent l'identification des espèces forestières et une proposition d'analyse dendrochronologique (Anonyme 1991; Moore et Laflèche 1981). Une présentation de colloque en 1981 est utile pour comprendre les différentes étapes de conservation des pièces de bois, de leur sortie de l'eau à leur mise en exposition (Jenssen et Murdock 1981). Un feuillet sur le projet de l'exposition des vestiges a été utilisé (Anonyme 1982) ainsi qu'un petit ouvrage résumant l'ensemble des fouilles et des méthodes déployées (Zacharchuk et Waddell 1984). Des études historiques ont été mises à profit pour comprendre le *Machault*, dont certains aspects des vestiges architecturaux (Proulx, 1979; 1982a; 1999).

Parmi les nombreux rapports de culture matérielle, un seul concerne les vestiges architecturaux. Il s'agit d'un rapport traitant des éléments du gréement (Bradley 1981).

En 2008 un mémoire de maîtrise traitant du système de pompes du *Machault* et une thèse de doctorat proposant la première analyse complète de la culture matérielle du *Machault* sont produits (Boyer 2008; Dagneau 2008a,b). Cette thèse et un document faisant l'état des connaissances et publications sur le *Machault*, forment les documents les plus complets sur le *Machault* à ce jour (Dagneau 2008a). En avril 2014, nous avons retrouvé un plan de site montrant le détail de chaque sous-opération a été retrouvé dans les locaux de Parcs Canada, remontant possiblement aux fouilles des années 1970. À l'aide des notes de fouilles, ce plan a été complété, numérisé et vectorisé sur une plateforme du logiciel Illustrator (Figure 6). Ce plan de site est maintenant le plus complet des vestiges actuellement disponibles. Sa réalisation sera abordée dans le chapitre 2 lors de la présentation détaillée des vestiges archéologiques.

Cette étude a donc comme objet la frégate le *Machault* et comme objectif la documentation de l'industrie de la construction navale à Bayonne au milieu du XVIII^e siècle. Les connaissances actuelles dépeignent cette période comme un moment de transition entre le complexe traditionnel du savoir et l'innovation scientifique qui prend d'assaut les chantiers de construction. L'approche conceptuelle choisie aborde la tradition et la science comme une relation où différents facteurs subissent plus ou moins de tension ce qui entraîne parfois l'innovation, parfois l'immobilisme technique.

À travers une méthode d'analyse qui prend en compte l'ensemble de la chaîne opératoire de la construction du navire, trois principaux axes sont ciblés. Tout d'abord les techniques forestières qui renseignent sur la nature de la forêt ainsi que les critères de sélection des arbres. Ensuite, la conception des navires permettra de déterminer quel type de méthode a été employé pour concevoir le *Machault*. Finalement, les techniques de charpenterie mettent en scène la séquence d'assemblage du navire et les différents corps de métiers à l'œuvre. L'ensemble de

ces données et analyses pourra, par la suite, ouvrir les portes vers une meilleure compréhension de la construction navale de cette époque.

2 - Le *Machault* : contexte historique et archéologique

Le *Machault*, qui se situe au cœur de cette recherche, peut être remis dans son contexte à travers les différentes études historiques et archéologiques qui lui sont consacrées. Le premier aspect abordé sera le contexte historique dans lequel le *Machault* a été amené à se saborder en juillet 1760 dans la baie des Chaleurs durant la guerre de Sept Ans. Ensuite, les principales caractéristiques du *Machault* seront décrites grâce à certains documents relatifs à sa carrière. Enfin, à travers la description des fouilles archéologiques, il sera possible de retrouver les décisions qui ont déterminé le dégagement de la structure et ainsi la nature des données disponibles aujourd'hui.

2.1 Il était une fois le *Machault*

Lancée en 1757, la frégate le *Machault* voit le jour au cœur de la guerre de Sept Ans qui oppose plusieurs grandes puissances européennes. Les hostilités franco-britanniques dans le Nouveau Monde ne sont pas récentes puisqu'elles sévissent depuis le début du XVII^e siècle. Le conflit est attisé par le désir de croissance des colonies anglaises, leur territoire étant adjacent à l'espace contrôlé par les Français (Proulx 1999 : 6). La guerre en Amérique débute en avril 1756 avec l'arrivée du marquis de Montcalm et de troupes fraîchement débarquées de France. Les premières années du conflit sont difficiles pour l'Angleterre et les campagnes lancées entre 1755 et 1757 sont désastreuses. Les forces britanniques sont mal coordonnées entre elles, contrairement à la colonie française fortement unifiée (Proulx 1999 : 6). Cependant, même si le système de ravitaillement français est efficace, il demande la sortie de nombreux vaisseaux pour fournir à la Nouvelle-France ce dont elle a besoin pour faire face aux Britanniques. Ces opérations outremer coûtent cher et fragilisent l'économie française sollicitée par la guerre en Europe, ce qui entraîne des décisions douloureuses prises sur le sort de la colonie nord-américaine.

L'arrivée en 1758 de nouveaux dirigeants militaires britanniques plus efficaces dont Jeffrey Amherst, commandant des forces britanniques en Amérique du Nord, et James Wolfe,

commandant des forces de terre pour l'expédition contre la ville de Québec en 1759 (Stacey 2014a,b), et la mise en place du blocus naval des côtes de France font tourner le vent en faveur des Britanniques (Proulx 1999 : 7). Les forces françaises subissent une suite de défaites qui réduisent leurs effectifs militaires et le nombre de vaisseaux disponibles. Après la prise de Louisbourg en juillet 1758, les Britanniques convoient la ville de Québec. À la suite d'un siège de deux mois à l'automne 1759, Québec capitule. Les autorités de la Nouvelle-France, repliées à Montréal, demandent alors du secours à la France. Cette aide doit arriver le plus tôt possible, car « le succès de cette entreprise dépendra de l'activité de l'armement qui doit être fini dans le cours de février, afin de prévenir l'enemy dans la fleuve [Saint-Laurent] » (Beattie et Pothier 1978 : 9). On ajoute que si les demandes n'étaient pas rencontrées, « il est inutile d'y envoyer, et la colonie sera certainement perdue » (Beattie et Pothier 1978 : 10).

2.1.1 D'importantes demandes à la métropole

Joseph Cadet, munitionnaire de la Nouvelle-France, réclame d'énormes quantités de farines, légumes, salaisons, beurre et boissons pour nourrir la population, soit environ 10 840 tonneaux de vivres. La moyenne du tonnage d'un navire expédié en Nouvelle-France étant de 220 tonneaux, il faudrait 50 bâtiments pour remplir la demande (Proulx 1981 : 50). En plus des approvisionnements destinés à la population, le chevalier François Gaston de Lévis, commandant des armées en Nouvelle-France et le gouverneur de Vaudreuil demandent à la France de leur envoyer une flotte de cinq à six navires de guerre, 4000 hommes et la nourriture nécessaire pour ravitailler ces soldats et ceux déjà sur le territoire. Les autorités réclament aussi 24 canons afin d'établir des batteries à différents endroits stratégiques afin de reprendre Québec (Beattie et Pothier 1978 : 10).

Les demandes sont énormes considérant la situation économique et militaire de la France ce qui ne lui permet pas d'y donner entière satisfaction. L'envoi est réduit à 400 militaires et 2000 tonneaux de nourriture, soit cinq fois moins de marchandises et dix fois moins d'hommes (Proulx 1981 : 52). Trois navires appartenant à la flotte du munitionnaire général du Canada, Joseph Cadet feront le voyage. Il s'agit du *Machault*, du *Bienfaisant* et du *Marquis de Malauze*, auxquels s'ajoutent le *Fidélité*, le *Soleil* et l'*Aurore*, totalisant environ 2424 tonneaux. Il s'avère difficile de trouver des armateurs pour affréter les navires, ce qui retarde le moment du départ.

L'investissement financier est non seulement important, mais le risque de tout perdre l'est tout autant (Proulx 1999 : 16). Le tableau suivant, présenté dans la thèse de Charles Dagneau sur la culture matérielle des épaves françaises de la façade atlantique du XVIII^e siècle, fait état des six navires de l'expédition, de leurs armateurs, leurs propriétaires et tonnages respectifs (tableau 1).

| Navire | Tx | Canons | Capitaine | Armateurs | Propriétaires |
|---------------------------|---------------|---------|-------------------------------|-------------------------------------|------------------------------|
| <i>Aurore</i> | 450tx | [10] | François Demortier | Lamalétie, Latuilière et Co. | Lamalétie, Latuilière et Co. |
| <i>Bienfaisant</i> | 320tx | 22 [12] | Jean Gramon | Lamalétie, Latuilière et Co. | Joseph Cadet |
| <i>Fidélité</i> | 450tx | [12] | Louis Kanon [Fils] | Desclaux, Bethmann et Imbert | |
| <i>Machault</i> | 500tx [550tx] | 28 [20] | François Chenard La Giraudais | Ravesies et Louis Cassan [Desclaux] | Joseph Cadet |
| <i>Marquis de Malauze</i> | 354 | 18 [8] | Antoine Lartigue | Lamalétie, Latuilière et Co. | [Joseph Cadet] |
| <i>Soleil</i> | 350 | 12 [12] | Paul Clémenceau | Desclaux, Bethmann et Imbert | |

Tableau 1 – Les six navires participant à l'expédition de 1760 (d'après L'Italien s.d.: 12). Les notes en crochets sont les ajouts de C. Dagneau d'après les Commission en guerre et marchandises des navires à leur départ de Bordeaux (Archives départementales de la Gironde 6B11, fil. 86 à 91) (Dagneau 2008 : 176).

2.1.2 Le dernier voyage

Les navires quittent la France le 10 avril 1760, près de deux mois plus tard que prévu. En plus de la difficulté à trouver des armateurs, les marins menacent de saisir la frégate s'ils ne sont pas payés pour la précédente campagne de 1759 et on éprouve de la difficulté à se procurer suffisamment de farine. À peine la flotte est-elle partie en mer que le *Soleil* et l'*Aurore* sont arraisonnés le 12 et le 17 avril, puis conduits à Bristol et Plymouth en Angleterre (Proulx 1982a : 2). Le 30 avril, le *Fidélité* fait naufrage dans les Açores; il ne reste plus que trois bâtiments qui atteignent enfin le golfe du Saint-Laurent à la mi-mai. Apprenant que les Anglais les ont devancés, François Chénard De la Giraudais, capitaine du *Machault*, ignore les ordres de se rendre en Louisiane en cas de blocage du fleuve par les Anglais et décide plutôt de se dissimuler dans la baie des Chaleurs. Les Français mouillent à l'embouchure de la rivière Ristigouche et rallient autour d'eux près de 1500 réfugiés acadiens et des Micmacs de la région (Proulx 1999 : 24).

Apprenant la présence des Français dans la région, les Anglais dépêchent trois vaisseaux de ligne et deux frégates pour trouver l'escadre française et la détruire. Il s'agit du *Fame* (74 canons), de l'*Achille* (60 canons), du *Dorsetshire* (70 canons) et du *Scarborough* (20 canons) et le *Repulse* (32 canons), l'ancienne frégate française *Bellone* capturée en février 1759. Leur force représente près de 1850 hommes et 256 canons. Face à cette puissance de feu, les Français ne peuvent opposer que les 14 canons du *Machault* (certains ayant été déplacés sur terre), et les 20 canons du *Bienfaisant* et du *Marquis de Malauze*. Aidés par les Acadiens et les Micmacs, les effectifs français s'élèvent à un peu de moins de 800 hommes appuyés par un total de 56 canons (Proulx 1981 : 10).

Le 8 juillet au matin, les navires anglais se trouvent enfin à portée de canons du *Machault*. La frégate est restée au fond de l'estuaire de la Ristigouche, afin de couvrir les deux navires marchands. La bataille tourne vite à l'avantage des Britanniques, qui sont nettement plus nombreux, tant en hommes qu'en embarcations et en artillerie. La lutte dure quelques heures, mais un manque de munitions et l'accumulation d'eau dans la cale forcent le capitaine De La Giraudais à ordonner le sabordement du *Machault* puis du *Bienfaisant* environ 15 minutes plus tard. Le *Marquis de Malauze* est brûlé par les Anglais à la fin de la bataille. Les vainqueurs quittent la baie, laissant les Français sur place. Ces derniers vont continuer de harceler les postes de traite anglais de la région avant de se rendre lorsque la Nouvelle-France capitule en septembre 1760.

2.2 Le navire le *Machault*

La frégate le *Machault* a été construite dans le but d'en faire un navire de course, c'est-à-dire un corsaire autorisé par le roi à attaquer les navires ennemis en temps de guerre. Au XVIII^e siècle, la guerre de course est encouragée par le roi Louis XV dès son accession au trône en 1715. Ainsi, en janvier 1757, le roi promet aux armateurs de racheter leurs navires de course qui sont construits si la course n'était pas autorisée ou cesse (Proulx 1979 : 13; 1999 : 13; Villiers 1991 : 350). Ce fut sans doute la promesse qui amena la construction du *Machault*.

Les navires construits pour la course doivent posséder plus de 24 canons et leurs plans doivent avoir été préalablement approuvés par la Marine comme l'explique le secrétaire d'État à la Marine, Jean-Baptiste de Machault d'Arnouville :

« [...] il a paru nécessaire de ne disposer pour la course que des bastiments d'une certaine force et l'avantage que le Roi fait aux armateurs en reprenant ces bastiments au cas que la guerre n'ait pas lieu, ou après la guerre et sous la condition que les plans en auront été approuvés par les constructeurs du Roi, paraît assez grand ou les engager à faire les dépenses nécessaires pour construire et équiper ces bastiments » (Villiers 1991 : 350).

Le *Machault* voit le jour en 1757 à Bayonne. Cette ville possède alors un petit arsenal depuis 1664 (Goyhenetche 1998 : 147). Le but de cet arsenal résidait dans la construction de navires militaires pour le compte de la Marine. Même si la ville ne possédait pas d'arsenal avant le XVII^e siècle, l'existence de chantiers navals à Bayonne est attestée depuis 1311 (Goyhenetche 1998 : 153). Les navires de haute mer font la réputation des chantiers bayonnais tout comme la qualité de leurs navires de pêche à la baleine au XVI^e siècle. Au cours du XVIII^e siècle, ce sont les frégates qui font la notoriété de ce chantier (Croizier 1905 : 255; Goyhenetche, 1998 : 153). Lorsque le roi promet de racheter les navires de course en 1757, le secrétaire d'État à la Marine envoie à l'arsenal les instructions à suivre pour la construction des corsaires. Il écrit à la Chambre de commerce de Bayonne qu'« en cas de guerre, Bayonne serait le premier port d'où sortiraient les navires de course » (Croizier 1905 : 269). Dans l'état actuel de nos connaissances, il n'est pas possible d'affirmer ou d'infirmer que le *Machault* ait été construit sur l'arsenal de Bayonne ou alors sur un chantier privé à proximité.

Ainsi, à l'hiver 1758, le *Machault* entreprend sa première campagne de course sur les côtes africaines. Un seul navire, un négrier anglais le *Pembrooke*, est capturé et revendu pour 24 000 livres (Proulx 1979 : 13). Après cette campagne peu fructueuse, le *Machault* est vendu pour la somme de 180 100 livres (Proulx 1982a : 19). L'acquéreur est un marchand bayonnais nommé Jean Lano Gueheneux, l'un des correspondants de Joseph Cadet, munitionnaire du Canada, et de Pierre Desclaux, associé de Cadet. Desclaux lui rachète ensuite la frégate pour le

compte de Cadet. Il fait immédiatement armer le navire à Bordeaux afin de l'envoyer comme escorte de navires marchands en direction de la colonie de la Nouvelle-France.

Le *Machault* quitte Bordeaux en mars 1759 aux côtés du *Maréchal de Senneterre*, une autre frégate corsaire, présumée jumelle du *Machault*, aussi construite en 1757 à Bayonne et acquise par Desclaux pour le compte de Cadet. Ces deux navires doivent escorter des navires marchands jusqu'à Québec. Durant le siège de Québec par les forces anglaises, le *Machault* se retire à Trois-Rivières et sert alors de magasin de vivres et de munitions. Après la défaite française sur les plaines d'Abraham, la frégate reste quelques semaines puis reprend le voyage du retour le 24 novembre 1759, passant devant Québec sous les coups de canon des Anglais. À son bord se trouve le chevalier François-Marc-Antoine Le Mercier qui porte la demande de secours de la colonie à Versailles. La demande de secours sera acheminée aux autorités françaises qui décideront d'envoyer une flottille à la rescousse de la Nouvelle-France (Proulx 1979; 1982; 1999).

2.2.1 Compte de construction et autres documents d'archives

Le *Machault* est construit à Bayonne en 1757 par le charpentier Jean Hargous selon les plans, malheureusement non retrouvés, de l'architecte royal Geoffroy (annexe 1) :

«[Mesurant] 108 pieds de quille portant sur terre et 32 pieds de largeur, avec un faux-pont dans la cale; armée de vingt-quatre canons de 12 livres de balle sur son pont, deux canons de 6 livres sur son gaillard et autres menues armes à proportions, équipée de trois cens ving-cinq hommes ou environ » (Compte de construction.... 1758).

Le *Machault* est un navire construit par des intérêts privés, mais conçu à partir des plans d'un ingénieur royal, une situation devenue courante depuis la guerre de la Succession d'Autriche (1740-1748) (Villiers 1999 : 322). De plus, si la construction du *Machault* découle de la promesse du roi de racheter les frégates jugées conformes, il est fort probable que le navire fut construit directement sur l'arsenal ou, à tout le moins, sur un chantier rapproché.

Les études menées par l'historien Gilles Proulx révèlent qu'à l'époque de la construction du *Machault*, il y a deux constructeurs royaux nommés Geoffroy (Proulx 1999 : 32). Il s'agit de

deux frères, P. Geoffroy, l'ainé et de J. Geoffroy, le cadet. Ils sont fils et petits-fils de constructeurs navals et leur famille est connue pour la construction des frégates. Il est probable que l'un des frères soit l'architecte du *Machault*. Selon les documents consultés, les frégates construites par les Geoffroy sont à l'image des frégates françaises de l'époque et leurs qualités de constructeurs sont reconnues. « La qualité des travaux des Geoffroy, tout comme l'influence exercée, garantit la fiabilité de construction du *Machault*. Les plans de cette frégate sont de toute évidence une réalisation d'une famille de spécialistes, de gens avertis en architecture navale » (Proulx 1999 : 34).

Le devis de construction du *Machault* n'est pas connu, mais les recherches de Gilles Proulx ont révélé un autre devis préparé selon les plans de Geoffroy. Il s'agit d'une autre frégate de 24 canons de 12 livres destinée à la course et dont la réalisation est confiée à Joseph Laporte, maître constructeur de Bayonne, en 1757 (annexe 2). Il s'agit vraisemblablement du devis du *Maréchal de Senneterre* ayant accompagné le *Machault* à Québec en 1759. On pourrait alors avancer l'hypothèse que le *Machault* fut conçu de façon semblable, puisqu'il s'agit du même chantier et du même architecte, bien que les charpentiers soient différents ce qui pourrait impliquer des techniques de construction différentes (Proulx 1979 : 2). Selon ce devis, la frégate possède des gaillards avant et arrière ainsi qu'un pont d'artillerie sur lequel seront placés 24 canons de 12 livres. Un faux pont sera placé en dessous du pont principal et l'entrepont aura une hauteur de 1,71 mètre (5 pieds 2 pouces 6 lignes français), du faux-pont au pont de batterie (principal). Autour du pied du grand mat dans la cale sera située l'archipompe et en avant de celle-ci sera le puit à boulets. À l'arrière de l'archipompe, il y aura une plateforme pour la distribution des vivres et la grande écoutille pour descendre les futailles dans la cale. De chaque côte de cette plateforme sont les soutes à pain. En dessous de la plateforme et des soutes à pain sera située la soute à poudre. Afin de communiquer avec la Sainte-Barbe située au-dessus de la plateforme de distribution des vivres, il y a aura la soute du maître canonnier. Tout le reste de l'entrepont est apparemment libre et sert de dortoir pour l'équipage et les soldats (Proulx 1999 : 63). En ce qui concerne l'aménagement avant du navire, entre le premier et le second sabord, on placera une cuisine pour le capitaine et une autre de chaque côté pour l'équipage (Figure 7).

Il y a similarité entre le devis et les vestiges du *Machault* concernant la longueur de la quille* et la largeur maximale du navire. Ainsi, selon les archives, le *Machault* mesure 35 mètres (108 pieds français) de quille portant sur terre contre 36,3 mètres pour le devis du *Maréchal-de-Senneterre*. Cependant, la largeur indiquée dans le compte de construction du *Machault* et le devis du *Maréchal de Senneterre* est identique, soit 10,4 mètres (32 pieds français) (Devis de construction... 1757; Compte de construction... 1757). Il est à noter que les dimensions tirées d'archives sont indiquées entre parenthèses en pieds français où 1 pied équivaut à 32,48 cm, ils ont été traduits par mes soins dans le système métrique actuel.

Un dernier document donne une liste détaillée de l'armement en 1759 avant son premier voyage en Nouvelle-France (Compte d'achat, Frais et Armement du Navire Le Machault au port d'environ 550 tonneaux armé de 24 canons de 12 lb. de balles, 2 de 6 lb 160 hommes d'Equipage environ Cap^{ne} M Kanon allant a Bordeaux fait, d'ordre et pour le compte de M. Pierre Desclaux et fils aîné dudit Lieu 1759). Le document mentionne quelques réparations qui sont apportées au navire lors d'une escale entre le 18 janvier et le 13 février 1759 au Boucau, près de Bayonne. Le *Machault* est caréné et repeint en vue de son départ pour Bordeaux et son mât de beaupré de même que le jas d'une ancre sont remplacés (Compte... 1759).

La documentation historique sur le *Machault* est donc bien mince, et le plus souvent indirecte. On sait qu'il s'agit d'une frégate française construite à Bayonne dans un contexte de guerre de course. Après une courte carrière de corsaire peu fructueuse, le *Machault* est vendu au munitionnaire général de la Nouvelle-France, Joseph Cadet, afin de servir d'escorte au ravitaillement de la colonie. Les plans ou devis du *Machault* ne sont pas conservés et seul subsiste un devis d'une frégate présumée jumelle.

2.3 La découverte archéologique

Au moment des fouilles du *Machault*, la pratique de l'archéologie subaquatique est relativement nouvelle au Canada. Utilisée comme complément à la fouille terrestre de la forteresse de Louisbourg, le recours à des plongeurs permet de repérer des bâtiments associés aux événements historiques de la forteresse. Entre 1966 et 1967, une fouille subaquatique a lieu

sur une canonnière retrouvée à Mallorytown dans le haut Saint-Laurent (Zacharchuk et Waddell 1984 : 9). La fouille du *Machault* est donc le second projet subaquatique de l'agence gouvernementale Parcs Canada.

C'est en mars 1968, lors d'un relevé magnétométrique effectué sur la glace que l'épave du *Machault* est repérée. Elle est alors désignée comme l'épave 2M selon la nomenclature de Parcs Canada. L'emplacement du lieu de la bataille est déjà connu sur la foi des sources historiques. D'ailleurs, depuis le XIX^e siècle, les habitants des environs affirment que les vestiges de deux navires sont visibles durant de très basses mers et que des artefacts sont régulièrement récupérés sur la plage. Entre 1936 et 1939, les frères capucins de la mission de Sainte-Anne-de-Ristigouche vont renflouer le *Marquis de Malauze*. Les vestiges sont aujourd'hui conservés sur la réserve micmaque de Listuguj, tout près du lieu du naufrage.

En 1966, Parcs Canada se lance dans un projet d'inventaire et de fouille d'épaves justifié par la possibilité d'affiner la datation et la provenance d'artefacts provenant d'autres sites historiques datant du Régime français (Zacharchuk et Waddell 1984 :21). Le recoupement entre les archives et un relevé magnétométrique effectué en mars 1968 permet l'identification du *Bienfaisant* (1M) et une ancre (3M) située à 40 mètres à l'ouest du *Machault*. Cette dernière sera associée au *Machault*. Une suite de six anomalies (4M à 10M) est signalée comme appartenant à des vestiges de la bataille. À l'exception du site 4M, appelé « site de délestage » en raison d'un monticule créé par une grande quantité de boulets de canons, de bombes à mortier et de saumons de fer, les autres sites n'ont pas été observés en détail (Zacharchuk et Stoddard 1970 : 11).

Les archéologues choisissent le site 2M pour élaborer la fouille, car il s'agissait du site le plus étendu, mais aussi le moins bouleversé. L'opération de fouille envisage alors trois objectifs principaux : 1- enrichir la compréhension des événements entourant la bataille de la Ristigouche, 2- récupérer des artefacts qui permettraient d'affiner la datation des objets retrouvés sur terre pour la même époque et, enfin 3- apporter des renseignements sur l'architecture navale du milieu du XVIII^e siècle.

2. 3.1 Système de provenance

Plus de 870 mètres carrés seront fouillés pour environ 60 à 70 % de la surface totale du site (Dagneau 2008b : 197 - 199). Afin de conserver un contrôle sur la provenance des objets et pour assurer la cohérence des données, un carroyage fixe a été installé en utilisant la carlingue* comme point de repère. Au sud de la quille, il est composé de grilles de 3 mètres sur 3 mètres (10 pieds par 10 pieds) identifiées par des numéros d'opération (2M1, 2M2... etc.) (Zacharchuk et Waddell 1984 : 37-39) pour les saisons de fouille de 1969 et 1970 (Figure 5). Du côté bâbord, les opérations reçoivent un numéro de façon successive selon l'ordre dans lequel la fouille a débuté sans relation avec leur position sur le site ou par rapport aux autres opérations. L'opération 2M3 suit donc l'opération 2M1 et 2M2 et ainsi de suite. Elles apparaissent donc comme posées aléatoirement sur le plan de site général. Chaque opération était à nouveau divisée en lots de 1, 5 mètres par 1, 5 mètres (5 pieds par 5 pieds en système impérial) qui portaient alors une lettre créant ainsi un cadran de quatre lots pour chaque opération (2M1A à 2M1D). De façon générale, chaque sous-opération était fouillée par un même plongeur afin d'assurer une continuité et une cohérence dans les relevés et les notes.

En 1971, un carroyage de 3 mètres par 9 mètres (10 pieds par 30 pieds impériaux) est mis en place au nord de la quille, car la grande superficie permet de couvrir progressivement toute la longueur du navire. Ces grandes opérations sont sous-divisées en six sous-opérations désignées par les lettres A à F, de la quille vers l'extérieur du site de fouille (Zacharchuk et Waddell 1984 : 38-39). Charles Dagneau rapporte que le site a été divisé en lot stratigraphique, de 1 à 5 qui devaient correspondre aux années de fouilles, mais que ce système n'a jamais été respecté. « L'attribution des lots est jugée arbitraire par les archéologues de Parcs Canada eux-mêmes, donc sans utilité pour l'analyse stratigraphique » (Dagneau 2008 : 200). Ainsi, dans le cas d'un dessin ou d'une étiquette avec l'inscription 2M4A2-243, celle-ci se lit ainsi : (2M) fait référence au site, le (4) représente l'opération, le (A) est la sous-opération et le (2) le lot. Finalement le (243) est celui de l'objet ou d'une pièce architecturale.

Des numéros ont été attribués aux pièces architecturales, possiblement seulement celles qui ont été remontées à la surface. Il s'agissait alors d'un numéro de quatre chiffres. Un

document permet de rendre compte de ces pièces (Parcs Canada n.d.). Certains dessins de fouille donnent l'emplacement de ces pièces numérotées, mais il s'agit d'une minorité. La faible visibilité s'avère un obstacle à l'enregistrement de nombreuses informations. En 1972, la remontée de section entière de la carène et de plusieurs pièces individuelles a été entreprise. Chaque pièce a été étiquetée à plusieurs endroits afin de s'assurer de conserver l'origine de la pièce.

Durant la conservation des pièces architecturales, un second numéro est attribué à chaque pièce. Une liste de corrélation permet de faire le lien entre les deux numéros et donne également les dimensions. Lors du déménagement des pièces du *Machault* situées dans les locaux de Parcs Canada en janvier 2013, plusieurs numéros ont été retrouvés au sol. Dans certains cas, les pièces portaient l'une des deux étiquettes et il était alors possible de lier les deux numéros. Le document s'est alors avéré incomplet, car certains numéros se sont révélés être absents. De plus, certaines pièces ne portaient aucun numéro et n'ont pas été identifiées formellement. Cette confusion autour de la numérotation a été abordée par Charles Dagneau, en ce qui concerne les objets de culture matérielle. De nombreux objets ont perdu leur numéro et donc leur localisation sur le site (Dagneau 2008 : 202). Cette confusion limite ainsi la portée de certaines analyses, particulièrement celles ayant trait à la distribution des objets ou l'emplacement original dans le navire de certaines pièces architecturales.

2.3.2 Campagnes de fouilles

Quatre saisons de fouilles ont lieu sur le site du *Machault*, de 1969 à 1972. Les deux premières années sont consacrées au remontage des artefacts et, par le fait même, au dégagement des structures architecturales sous-jacentes. Les vestiges sont documentés sur des dessins, mais, dans les rapports de fouilles, rien n'indique l'intention de les analyser à ce moment. Des débris de bois de flottage, du bois écorcé et du branchage s'étaient pris dans les membrures non ensevelies du *Machault* et leur dégagement monopolisait chaque année environ 45 heures de plongée. De plus, les conditions de plongées sont difficiles, en ce qui a trait à la visibilité. Celle-ci est faible, voire nulle, et les perceptions de l'épave sont souvent plus tactiles que visuelles (Stoddard 1977 : 19; Zacharchuk et Waddell 1984 : 31). Il s'avère difficile dans ces conditions de documenter les vestiges architecturaux. Entre 1969 et 1971, les archéologues utilisent

principalement des dragues aspirantes, des éjecteurs d'air, des pompes à déchets, un propulseur vertical et même des explosifs sous-marins (Zacharchuk et Waddell 1984 : 43-51).

En 1971, pour la première fois, des pièces de bois sont remontées à la surface. Il s'agit du gouvernail, de l'étambot et de quelques pièces de charpente de la même zone à l'arrière du navire. Après avoir été découpées avec une scie articulée submersible, les sections étaient attachées à l'aide de corde et de tuyaux galvanisés puis remontées avec une grue avant d'être déposées sur un second chaland. Elles sont photographiées, dessinées et enregistrées, puis remises sous l'eau (Waddell 1972). Elles seront à nouveau sorties de l'eau en 1972 de même que d'autres sections du milieu et de l'avant du navire. Près de 40 tonnes de bois ont ainsi été remontées à la surface :

« une section transversale de la coque, de l'épaisseur d'une membrure, qui puisse être montée sur le mur d'un centre d'interprétation; une longueur de l'ensemble quille/carlingue avec environ dix pieds du bordage et de vaigre attachés, pour illustrer l'arrimage de la cargaison; un certain nombre de courbes; diverses pièces, comme l'assemblage de l'étambot et du gouvernail qui présentaient de l'intérêt et une certaine quantité de pièces de charpente et de bordés » (Zacharchuk et Waddell 1984 : 55).

La majorité des pièces découpées étaient des coupes transversales de la coque à angle droit avec la carlingue (Zacharchuk et Waddell 1984 : 55). Dans un article tiré d'une conférence sur la conservation des bois humides, Victoria Jenssen et Lorne Murdock posent un regard critique sur le traitement des pièces architecturales (Jenssen et Murdock 1981). Après avoir été remontées à la surface, les pièces étaient apportées dans un bâtiment spécialement construit pour leur préservation. Elles étaient gardées humides durant leur transport, mais l'arrosage s'est avéré intermittent sous un soleil cuisant. Les pièces sont enfouies dans le sable à Ristigouche afin de leur permettre de sécher lentement. En 1977, le traitement est jugé non concluant. Dans les années qui suivront, les pièces sont aspergées de polyéthylène glycol et d'un fongicide toxique selon un programme qui ne sera pas appliqué régulièrement, accusant de nombreuses périodes où aucun traitement n'est réalisé.

Dix ans après les fouilles, en 1982, un document relatant les discussions pour la mise en place de l'exposition fait état lui aussi de problèmes de conservation des bois. La stabilité environnementale des lieux d'entreposage sur le site de fouille puis à Ottawa ayant été défailante, certaines pièces ont subi des changements de dimensions « drastiques » selon ce document (Anonyme 1982 : 2) (Figure 8). En outre, le projet initial d'exposition a été revu à cause des coûts importants et près des deux tiers des bois remontés ont été jugés non essentiels; il fallait donc choisir les meilleures pièces pour l'exposition. Enfin, comme le mentionne Thierry Boyer dans sa maîtrise, le remontage de la structure n'a pas été réalisé par des archéologues familiers avec les vestiges, mais confié à une firme privée externe (Boyer 2008 : 105). Aucune note n'est disponible à propos des actions et décisions prises durant le remontage des vestiges. S'il s'agit bien d'un assemblage de pièces récupérées en 1972, leur association d'origine n'a probablement pas été en tous points respectée. Les pièces remontées, mais non exposées à Ristigouche sont actuellement entreposées dans un entrepôt de Parcs Canada à Ottawa.

Deux plans de site existent pour le site du *Machault* (Figure 5 et Figure 6). Le premier est celui réalisé par Peter Waddell à partir des structures remontées à la surface. Un autre plan de site montrant le détail de chaque sous-opération existe dans les bureaux de Parcs Canada à Ottawa. C'est ce plan que nous avons complété à l'aide de notes et dessins produits lors des fouilles (Figure 6). Sa réalisation sera discutée dans le prochain chapitre. Il s'agit, à ce jour, du plan des vestiges le plus détaillé qui existe.

2.3.3 Bilan

L'objectif des fouilles réalisées sur l'épave du *Machault* avait trois principaux aspects. Premièrement, le projet visait une meilleure compréhension des événements de cette bataille navale à travers les vestiges et leur emplacement sur le lit de la rivière. Deuxièmement, il revêtait une volonté d'enrichir la compréhension de la culture matérielle du XVIII^e siècle et de raffiner la datation des objets retrouvés en contexte terrestre. Troisièmement, ce projet devait apporter de nouveaux renseignements sur l'architecture navale du milieu du XVIII^e siècle. Les deux premiers objectifs, soit la compréhension de la bataille et la découverte d'objets, ont été atteints sans aucun doute. La collection du *Machault* est aujourd'hui une référence importante et de nombreuses publications ont été écrites sur les objets retrouvés. Le déroulement de la bataille

de 1760 est devenu plus clair aux yeux des historiens et archéologues de par l'emplacement des épaves, mais aussi de par la présence et l'absence de certaines catégories d'artefacts qui renseignent sur les gestes posés quelque temps avant la bataille.

On peut cependant s'interroger quant à la réalisation du troisième objectif : le renseignement de l'architecture navale du milieu du XVIII^e siècle. Aucune analyse n'a été menée et à l'exception de quelques mentions dans les rapports ou de petits documents présentant les dimensions, aucun travail archéologique n'a été entrepris afin de comprendre les vestiges du *Machault*. Dans l'ouvrage de 1984 *Le recouvrement du Machault*, il est écrit :

« La reconstitution du navire sur papier permettra de définir les aspects fondamentaux et superficiels de la structure, mais il ne sera pas possible d'étudier certains détails d'assemblage ou de structure avant la reconstitution physique ultérieure des parties du navire » (Zacharchuk et Waddell 1984 : 70).

Notre étude devrait ainsi pallier à ce manque et fournir une première analyse architecturale de la frégate le *Machault*.

Le chantier archéologique du *Machault* met en scène l'une des premières fouilles subaquatiques du Canada et si certaines pratiques admises à l'époque sont aujourd'hui révolues, à l'époque les connaissances méthodologiques restaient largement à faire. Ces fouilles font partie de la naissance d'une discipline scientifique et des pratiques de gestion des ressources archéologiques. Les données qui sont aujourd'hui disponibles concernant la frégate découlent des décisions prises entre 1969 et 1982, et ces décisions étaient alors justifiées par différents paramètres inhérents aux objectifs de la fouille et aux moyens disponibles. Le parcours du *Machault* durant les années qui précèdent son exposition est difficile à reconstituer, mais il affecte certainement la fiabilité de la reconstruction des vestiges exposés à des fins scientifiques. C'est pourquoi dans le prochain chapitre, la première section sera consacrée à la présentation des vestiges du *Machault* afin de comprendre l'état des pièces et les limites de leur interprétation. Il s'agit d'une première étape pour commencer à tirer des informations des structures architecturales du *Machault*.

Construit en 1757 à Bayonne, le *Machault* est financé par des intérêts privés qui souhaitent en faire un navire-corsaire. Après une carrière peu fructueuse, la frégate est vendue au munitionnaire général de la Nouvelle-France, Joseph-Michel Cadet pour en faire un navire d'escorte. En 1760, le *Machault* entreprend son dernier voyage vers la Nouvelle-France dans une mission destinée à sauver la colonie. L'expédition est un désastre et le *Machault* doit se réfugier dans la baie des Chaleurs avec deux autres navires dans une vaine tentative d'échapper aux forces anglaises. Le 8 juillet 1760, après une courte bataille, le *Machault* est sabordé et sombre sous les eaux de la baie. Plus de 200 ans plus tard, le navire est retrouvé par les archéologues de Parcs Canada et deviendra l'objet d'une fouille archéologique pendant quatre ans, de 1969 à 1972.

Une importante quantité d'artefacts sont remontés à la surface et ont fait l'objet de nombreuses études et d'une thèse de doctorat. De nombreuses pièces de bois sont extirpées de l'estuaire de la rivière, puis conservées et certaines d'entre elles sont mises en exposition au LHNC de La Bataille-de-la-Ristigouche en 1982. Si quelques documents font état des dimensions générales et de faits historiques, l'analyse archéologique des vestiges reste à faire. C'est la tâche à laquelle seront consacrés les prochains chapitres en abordant les données relatives aux techniques de foresterie, de conception architecturale et de construction entourant la frégate le *Machault*.

3 – Le *Machault* se révèle... Présentation des données

La chaîne opératoire de la construction navale se décline en trois grands temps : la foresterie, la conception architecturale puis la charpenterie navale. Ce chapitre présentera les données recueillies à travers les vestiges de la frégate le *Machault* selon ces trois aspects. Cependant, avant de présenter les données nécessaires aux analyses, il y aura une présentation des vestiges du *Machault*, à la fois ceux *in situ* que ceux remontés à la surface. Cette description permettra de rendre compte de la nature de ce qui est disponible et sur quels types de pièces les analyses ont été menées.

La seconde section sera consacrée à l'extraction et la transformation du bois, la matière première des navires. Il sera question d'identifier les essences forestières et de déterminer l'année d'abattage des arbres à l'aide d'une analyse dendrochronologique. Les pièces pourront ensuite être regroupées selon leur âge et leur fonction architecturale. Les données concernant la qualité du bois utilisé seront analysées selon le critère du fil du bois afin d'observer l'adéquation morphologique entre la forme initiale et selon le mode de débitage des pièces qui renseignent sur leurs propriétés mécaniques. Ces données visent à mettre en lumière les techniques de foresterie : soit, une plantation traditionnelle ou alors une récolte opportuniste dans une forêt sauvage à l'ère de l'expansion territoriale des industries navales.

La troisième section, et accessoirement la seconde étape de la chaîne opératoire, est celle de la conception architecturale des navires qui exprime la façon dont le navire fut « pensé ». Deux types de données distinctes donnent un accès privilégié aux techniques employées. En premier lieu, il s'agit des dimensions du navire, tirées des données archéologiques. En reconstituant les dimensions et les proportions du navire, cela permettra d'accéder au contexte et à la volonté de ceux qui l'ont conçu. En second lieu, l'observation de la forme géométrique des couples du navire vise à rechercher le mode de conception des formes curvilignes et tridimensionnelles de la carène. Ce dernier type de donnée permettra, si possible, de renseigner sur la méthode utilisée : celle de la tradition ou celle de l'innovation.

Enfin, la dernière phase de la construction navale qui se déploie sur le chantier de construction même : la charpenterie. Elle se manifeste à travers les traces d'outils visibles sur les différentes pièces architecturales. Les types d'assemblages des pièces et structures complexes architecturales tels que l'étrave ou l'étambot seront documentés et les dernières observations porteront sur les fixations visibles des pièces, tels les clous de fer, les gournables et les broches. L'ensemble de ces données donnera l'occasion de reconstituer la séquence d'assemblage du navire et de savoir si les constructeurs ont fait appel à des corps de métiers spécialisés.

Ces trois grands ensembles d'analyse, la foresterie, la conception architecturale et la charpenterie s'associent à la chaîne opératoire du navire, et leur compréhension donnera l'opportunité de recréer l'ensemble de l'assemblage du navire tout en caractérisant chacune de ses étapes. Cette triade renvoie également aux différents facteurs d'évolution des techniques abordés précédemment. Ces facteurs peuvent s'avérer des incitatifs au changement et à l'évolution des méthodes et leur analyse rendra compte de l'évolution du processus de construction des navires.

3.1 Pour une meilleure compréhension des vestiges du *Machault*.

Les vestiges de la frégate sont aujourd'hui répartis en trois lieux distincts : le lit de la rivière de la Ristigouche, le LHNC de la Bataille-de-la-Ristigouche et les locaux de Parcs Canada à Ottawa. Nous procéderons d'abord à la description des vestiges *in situ* et par la suite, nous présenterons les pièces exposées et entreposées, qui se trouvent au centre des analyses qui suivront.

3.1.1 Les vestiges *in situ*

L'épave gisait entre 2,5 mètres et 8 mètres de profondeur, couchée à bâbord et laissant le côté tribord plus relevé et donc à la merci des courants et des glaces. La partie bâbord de la proue se trouvait plus en aval, dans le chenal navigable de la rivière, et plus enfoncé dans la vase que la partie tribord. L'ensevelissement variait selon les endroits : certains vestiges affleuraient

la surface au niveau du lit de la rivière alors que d'autres étaient sous près d'un mètre de sédiments.

Lorsque le *Machault* a sombré, il s'est couché sur bâbord et ses flancs se sont détériorés puis affaissés. Le côté tribord est particulièrement endommagé : le courant, les marées et les glaces ont laissé leurs traces (Wade 1980 : 3). L'endommagement des vestiges semble augmenter vers la poupe (Wade 1980 : 3). L'ensemble de la structure était localisé dans une même zone restreinte à l'exception d'un segment du pont, probablement soufflé lors de l'explosion du *Machault*, qui a été retrouvée à 122 mètres du côté tribord du navire (Zacharchuk et Waddell 1984 : 70). Cette même explosion a fait éclater la poupe : ceci explique en partie pourquoi les structures à l'arrière sont plus détériorées que celles de l'avant.

La coque formait un ensemble cohérent à l'exception des extrémités qui s'étaient détachées. L'étambot et l'étrave étaient couchés sur bâbord et leurs jonctions avec la quille étaient brisées. Les varangues* et les genoux* sont toujours en place et sur le flanc tribord, une fracture longitudinale au niveau du pont principal est venue briser l'assemblage avec les allonges* des couples (Dagneau 2008 : 197). Au même endroit, une partie de hauban, un sabord* et du bordage ont été dégagés. Le plan de site produit à partir des relevés de fouilles rend compte de l'étendue des vestiges (Figure 5).

Concernant les dimensions de l'épave, la documentation disponible rapporte des données parfois contradictoires. Sur sa longueur, l'épave est entière sur toute la distance de la quille, en plus des structures de l'étrave et de l'étambot. En 1970, les archéologues estiment la distance de l'étrave à l'étambot entre 47 à 49 mètres (Zacharchuk et Stoddard 1970 : 15). Cette distance semble inclure la dislocation des pièces *in situ*, car le texte ne précise pas si des pièces architecturales ont servi de base pour cette mesure.

Dans autre document rapportant les dimensions de l'épave (Parcs Canada 1970), il est inscrit que le *Machault* mesure 38,7 mètres de l'étrave à l'étambot (« *from stem to sternpost* »). Puisque cette mesure est la seule qui fait référence aux structures architecturales, c'est elle qui est retenue pour nos analyses, mais signalons que nous n'avons trouvé aucun autre relevé ou

autre document de terrain qui précise cette dimension. Selon l'analyse de la figure 5, cette distance semble correspondre à la plus grande extension entre l'étrave et l'étambot, au sommet de ces pièces. Quant à la longueur de la quille portant sur terre elle peut être estimée à partir du plan de site à 34,3 mètres (112,5 pieds impériaux) (Figure 5).

Un plan de site publié dans le livret *Le recouvrement du Machault, une frégate du XVIII^e siècle* rend compte de l'étendue des vestiges, mais n'en représente le détail que pour les structures devant être remontées à la surface (Zacharchuk et Waddell 1984). Un autre plan de site montrant le détail de chaque sous-opération existe dans les bureaux de Parcs Canada à Ottawa. C'est ce plan que nous avons complété à l'aide de notes et dessins produits lors des fouilles (Figure 6). Il permet de rendre compte de l'ampleur de l'épave, mais les dimensions de ce deuxième plan sont cependant sujettes à caution. Jusqu'en 2015, il n'existait aucun plan de l'ensemble des vestiges, et seuls les dessins réalisés durant les fouilles étaient disponibles. En avril 2014, un plan montrant le détail de chaque sous-opération a été retrouvé. À l'aide des dessins des sous-opérations réalisés par les plongeurs durant la fouille, ce plan a été complété (Figure 6).

Cependant, les dessins utilisés pour compléter le plan ont révélé l'absence ou le décalage de structures architecturales occupant plusieurs lots. Ces différences peuvent avoir été causées par le déplacement de structures dégagées au cours de la fouille en plus de la mauvaise visibilité. De plus, les dessins disponibles n'ont pas été produits en même temps, révélant différentes étapes dans le déroulement des fouilles. L'ensemble de ces critères a été pris en compte lors de la réalisation du plan de site. Des structures ont été prolongées, réorientées et superposées les unes aux autres afin de déduire le mieux possible la réalité des vestiges. Ainsi, même si le plan a été en partie extrapolé, il s'agit du plan le plus complet à ce jour.

3.1.2 Les vestiges remontés à la surface

À l'arrière du navire, la portion supérieure de l'étambot et cinq segments de la coque ont été récupérés : trois de bâbord et deux de tribord (Figure 9). L'idée derrière ce prélèvement des vestiges était de reconstituer la membrure entièrement, de la quille jusqu'à l'allonge la plus

élevée (Zacharchuk et Waddell 1984 : 64). Le gouvernail a été remonté à la surface de même que le talon* du navire, dévoilant ainsi le raccord de l'étambot à la quille. Une longueur de quille d'environ 6 mètres a aussi été coupée et prélevée à cet endroit. D'autres pièces, dont des genoux et des allonges, ont été remontées en assez grande quantité pour permettre une reconstitution de la membrure. Une liste de pièces architecturales avec leur numéro d'étiquette à quatre chiffres, apposée sur les pièces durant la fouille, rend possiblement compte des pièces remontées à la surface. Cependant, en l'absence d'un titre et d'une description, cette liste doit être employée avec précaution (Parcs Canada n.d.).

Au centre du navire, quatre autres sections sont sélectionnées pour prélèvement et récupération : une à bâbord, deux à tribord et une partie de la carlingue (Figure 10). Plus de deux semaines ont été nécessaires pour récupérer ces structures, vu la complexité de l'assemblage et la proximité de munitions lourdes formant des amas de concrétions importants (Zacharchuk et Waddell 1984 : 55-66). Ces sections contiennent les allonges et les planches de vaigrage* et de bordé qui seront utilisées par la suite pour former la portion de coque mise en exposition. Enfin, à l'avant du navire, l'étrave était tombée du côté bâbord en brisant une partie de la quille, mais l'étrave elle-même était pratiquement intacte (Figure 11). L'assemblage du brion* et de l'étrave a été remonté à la surface; il était presque intact, s'étant détaché de l'épave à un joint d'origine (Zacharchuk et Waddell 1984 : 60).

Près de 40 tonnes de bois ont ainsi remonté à la surface dont seule une partie est exposée au LHNC de la Bataille-de-la-Ristigouche. La plupart de ces pièces ont perdu leur numéro de référence ou de conservation, et nous n'avons pu les identifier ou les relier au plan du site avec certitude.

3.1.2.1 Les vestiges exposés

La structure principale exposée au LHNC de la Bataille-de-la-Ristigouche correspond à la partie centrale tribord du navire renflouée en 1971 (Figure 12). L'ensemble de la structure exposée mesure 3,65 mètres de longueur et il comporte 91 pièces de bois. On retrouve une partie de la coque. Par-dessus les varangues se trouvent la carlingue et les structures liées au système de pompe. De nombreuses autres structures architecturales sont visibles dont le serre-bauquière,

un sabord ou une partie du porte-hauban. Nous n'avons pu relever les mesures exactes de ces pièces, car elles sont inaccessibles.

La carlingue surmonte six couples plus ou moins complets. Ces couples s'élèvent jusqu'à 8,40 mètres de la partie inférieure des varangues exposées. Les membrures du *Machault* sont doubles, d'où l'utilisation du terme «couple». Les couples 1 et 6 sont les plus complets (figure 13) avec une varangue, une demi-varangue, un genou et 6 allonges (Figure 14). Les couples 2 et 3 sont complets jusqu'à la première allonge puis reprennent à la quatrième allonge. Enfin, pour les couples 4 et 5, le genou et la première allonge sont manquants, mais on peut supposer que la varangue et la demie-varangue sont présentes sous le vaigrage. Les allonges sont visibles seulement à partir de la quatrième allonge (Figure 12).

Chaque couple a une largeur d'en moyenne 40,6 cm, tandis que la maille (vide) entre deux couples va de 16,5 cm à 20,3 cm, pour un intervalle de 57 à 61 cm. Les varangues mesurent de 17,7 cm à 20,3 cm de largeur et de 25,4 cm à 30,5 cm d'épaisseur. Le seul genou ayant pu être mesuré fait 2,33 mètres de long pour 19 cm de large. Les allonges ont une longueur moyenne de 2,47 mètres et une largeur moyenne de 17,5 cm. Les bordages sont au nombre de 24, et les vaigres au nombre de 15. Les planches du bordé et du vaigrage ont une largeur d'en moyenne 24,3 cm et 6,8 cm d'épaisseur. Aucune planche de bordés ou de vaigrage n'est complète : elles ont toutes été sciées afin d'être exposées.

À la suite de ces constations sur le prélèvement des segments de la coque, leur longue hibernation et de traitement de conservation de 1972 à 1982 et enfin leur remontage peu documenté, la relation entre les vestiges exposés et les vestiges *in situ* semble être problématique :

1. Concernant les bordages, nous avons remarqué que les traces de calfatage sur la face externe des membrures, qui indiquent les joints d'origine entre les planches, ne correspondent pas aux joints des bordages tels qu'ils se trouvent dans l'exposition. Il y a donc lieu de douter que la position et de l'ordre des bordages externes ne soient pas conformes aux vestiges d'origine.

2. Concernant les planches du vaigrage*, il existe dans l'exposition un nombre plus grand de vaigres* que sur le plan du site. Sur le plan de site, seulement six vaigres sont visibles alors que dans l'exposition, on retrouve 15 planches de vaigrage (Figure 15). Ces planches peuvent donc avoir été récupérées ailleurs sur l'épave, et placées à cet endroit à des fins d'exposition, il faut faire preuve de réserve quant à leur localisation et la relation qu'elles entretiennent entre elles;
3. Une conclusion similaire peut être tirée quant à la présence de bordage dans la structure exposée alors qu'aucune n'est visible sur le plan de site. Ces pièces peuvent avoir été récupérées ailleurs et il est envisageable que vaigrage et bordé aient été interchangés.

Concernant la position d'origine des six couples reconstitués, en les comparant au plan de site, on constate un décalage des structures du haut du navire. En effet, sur le plan du site on peut reconnaître la structure supérieure tribord qui est exposée. Dans l'exposition, cette structure est décalée d'un couple vers l'arrière du navire (Figure 15). Au-delà de ces anomalies de reconstitution, les ensembles supérieurs et inférieurs des vestiges sont indéniablement dans leur association d'origine. (Figure 16 et Figure 17). De plus, les différentes pièces de membrures sont toujours liées par des broches transversales, ce qui garantit leur association archéologique. La première et la deuxième allonge du couple 1 ainsi que la troisième et quatrième sont liées par des broches transversales.

3.1.2.2 Les vestiges entreposés

Enfin, certains vestiges accessibles sont entreposés dans les locaux de Parcs Canada à Ottawa (Figure 18). Il s'agit des pièces remontées à la surface, mais non utilisées pour l'exposition. Il a été possible d'y avoir accès pendant quelques heures seulement en compagnie de Charles Dagneau au moment du déménagement des pièces dans de nouveaux locaux. Un total de 119 pièces a pu être observé. Ces pièces de bois représentent plusieurs types de pièces architecturales, portant à 210 le nombre de pièces disponibles (tableau 2).

| Type de pièce | LHNC de la Bataille-de-la-Ristigouche | Locaux de Parcs Canada |
|-------------------------|---------------------------------------|------------------------|
| Quille | - | 1 |
| Carlingue | 1 | - |
| Genou | 6 | 12 |
| Varangue | 6 | 1 |
| Demi-varangue | 6 | 3 |
| Allonge | 23 | - |
| Membrure non identifiée | - | 41 |
| Bordage | 24 | 40 |
| Vaigre | 15 | |
| Inconnu | - | 11 |
| Autre | 10 | 10 |
| Sous-total | 91 | 119 |
| Total | 210 | |

Tableau 2 – Compte-rendu des pièces architecturales du *Machault* présentes et observées dans les locaux de Parcs Canada et au LHNC de la Bataille-de-la-Ristigouche selon la fonction architecturale.

Les pièces entreposées étant toutes individuelles, les données pouvant être observées étaient à la fois plus complètes (possibilité de compter les cernes de croissance), mais plus limitées (absence de contexte fonctionnel). La collecte de données s’est effectuée rapidement, se pliant aux impératifs du déménagement qui dictait la rapidité. Néanmoins, le nombre de cernes, le type de débitage et le fil du bois ont pu être renseignés sur la majorité des pièces. Dans certains cas, il a été possible de lier les structures et leurs photos ou illustrations associées.

3.1.3 Bilan

Si l’association des pièces est dans certains cas douteux, les pièces elles-mêmes sont d’origine et leur fonction typologique dans la structure du navire est claire. Dans d’autres cas, il appert que l’association d’origine des pièces a été respectée lors du remontage, mais les ensembles de pièces peuvent avoir été légèrement déplacés. Les bordages, les vaigres, la quille, la carlingue et les couples conservent leur valeur documentaire, tandis que nous devons procéder avec précaution lors de l’analyse de l’assemblage de pièces. Ce corpus laisse certaines réserves, mais il est fréquent en archéologie de travailler avec des objets dont la distribution spatiale est incertaine, mais dont les fonctions demeurent reconnaissables.

Maintenant que les vestiges architecturaux du *Machault* sont situés, il est possible de présenter les données relatives aux trois grands axes d'analyses développés précédemment : les techniques de foresterie, les techniques de conception architecturale et puis les techniques de charpenterie navale. Ce sont ces données qui, une fois analysées et remises en contexte, ouvriront les portes de l'industrie de la construction navale à Bayonne du milieu du XVIII^e siècle et donneront accès à de nombreuses clés d'interprétation et de compréhension de cette période.

3.2 Les bateaux naissent en forêt

Les bateaux naissent en forêt : c'est ainsi que Jean-Marie Ballu intitule son livre consacré aux bois des navires français (Ballu 2008). Une épave n'est que l'aboutissement d'une histoire matérielle longue et complexe, et son l'étude débute par les matériaux nécessaires à sa construction. Les données qui sont présentées dans cette section concernent l'identification des essences, les résultats dendrochronologiques, l'âge des arbres et l'adéquation morphologique entre l'arbre et la pièce finie.

3.2.1 Les essences utilisées

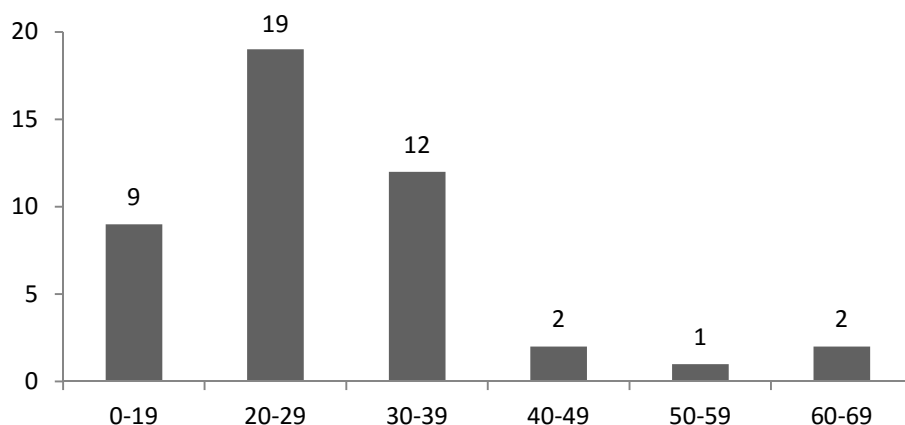
L'identification des essences révèle l'environnement forestier dans lequel s'est développée l'industrie navale représentée par le navire. Elle aide à la reconstitution des réseaux commerciaux du bois et du paysage forestier et peut permettre d'identifier de grandes traditions régionales en matière d'utilisation des essences (Creasman 2010 : 51-52; Dagneau 2002 : 29; Guibal et Pomey, 2002 : 94). L'identification se fait au microscope en observant de minces lames à divers grossissement à la recherche de caractéristiques anatomiques qui font office de clefs d'identification. Dans le cas de certaines essences, comme le chêne, l'identification peut se faire sans microscope tant les caractéristiques sont bien identifiables à l'œil nu.

Dans le cas du *Machault*, toutes les pièces architecturales observées sont, sans exception, faites de chêne européen (*Quercus sp.*). Cette observation visuelle a été confirmée par Louis Laflèche, chercheur à Parcs Canada lors de l'observation des pièces à Ottawa en janvier 2013 (Louis Laflèche communication personnelle 2013).

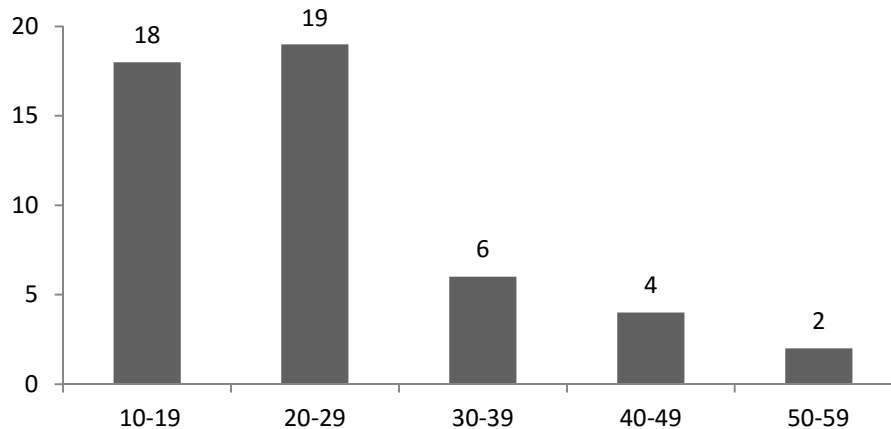
3.2.2 Nombre de cernes en présence

Nous avons compté les cernes en présence sur les pièces de bois disponibles. Il ne s'agit cependant pas de l'âge de l'arbre au moment de sa mort, car les pièces sont amputées de plusieurs cernes au cours de leur façonnage. Seule une analyse approfondie pourra permettre d'estimer l'âge des arbres au moment de leur abattage. Cette analyse sera conduite dans le prochain chapitre.

Les pièces ayant fait l'objet d'un décompte des cernes sont situées dans l'exposition du LHNC de la Bataille-de-la-Ristigouche et à Parcs Canada à Ottawa. Les comptages visuels des pièces entreposées à Ottawa sont approximatifs, et l'exactitude a été estimée à +/- 5 cernes. Au total, les cernes de 45 membrures et 49 planches ont été dénombrés. Ces données sont présentées dans l'annexe 4. Les graphiques 1 et 2 illustrent les regroupements de pièces selon le nombre de cernes en présence et la fonction de la pièce. La principale limite de ces données consiste au fait que les pièces ne représentent pas tout le diamètre de l'arbre, et ce, de façon variable, selon s'il s'agit de planches sciées ou de membrures équarries. L'estimation des cernes manquants jouera donc un rôle important dans l'analyse des données.



Graphique 1 – Regroupement de 45 membrures en fonction du nombre de cernes en présence.



Graphique 2 – Regroupement de 49 planches en fonction du nombre de cernes en présence.

Selon ces graphiques, les membrures ont une moyenne de 26,5 cernes en présence alors que les planches ont une moyenne de 24,1 cernes présents. Le regroupement des pièces, selon leur fonction et l'âge des arbres, pourra renseigner sur les pratiques forestières. S'ils forment un ensemble hétérogène où se regroupent de façon organisée, cela peut indiquer un contrôle humain plus serré sur la ressource forestière. Un âge homogène des pièces constituant le navire pourrait ainsi laisser croire à une stratégie de culture forestière où tous les arbres ont été plantés et récoltés ensemble, car une forêt naturelle fournit difficilement des pièces d'âge homogène (Loewen 2000, 2001). Une analyse sera complétée dans le prochain chapitre afin d'estimer l'âge des arbres à partir des cernes présents.

3.2.3 Les données dendrochronologiques

La dendrochronologie utilise la variation de la largeur des cernes annuels des arbres pour dater le bois archéologique. La largeur des cernes varie en fonction des conditions météorologiques et tous les arbres de la même essence et d'une même localité vont refléter cette même variation. Ainsi, lorsqu'un référentiel existe pour une région donnée, il est possible de dater les bois de cette région (Schweingruber 1988 : 144; Baillie, 1982 : 80). Il s'agit d'une méthode très précise qui, lorsque toutes les conditions sont réunies, peut fournir l'année précise et même la saison d'abattage de l'arbre. La méthode fondamentale de la dendrochronologie est l'interdatation, aussi nommée synchronisation, c'est-à-dire la comparaison à la fois statistique et visuelle de la variation de la largeur des cernes annuels entre deux ou plusieurs arbres.

Rappelons brièvement les procédures et la terminologie de la base de la dendrochronologie. Après la prise d'échantillon, on mesure la largeur des cernes dans leur ordre chronologique, du centre à la périphérie de l'arbre (Gassmann *et al.* 1995 : 90). La suite des mesures, la « série individuelle », pour chaque pièce est alors synchronisée avec les autres séries d'arbres du même site. L'ensemble des séries individuelles où l'épaisseur moyenne des cernes d'une même année est calculée constitue une « chronologie moyenne » de site que l'on cherchera alors à dater. Plus il y a d'individus dans la chronologie moyenne, plus sa « puissance » statistique est grande, et meilleures sont les chances d'interdatation avec une référence basée dans une région plus ou moins lointaine. C'est en effet la synchronisation de la chronologie moyenne de site avec une ou des « chronologies de référence » pour la même région et la même espèce qui permet la datation. Ces chronologies de référence sont élaborées préalablement à partir d'arbres vivants, de bâtiments historiques et de structures archéologiques, dont le chevauchement partiel des séries individuelles prolonge la référence progressivement dans le temps, bien au-delà de la vie d'un seul arbre (Figure 19).

Pour valider la synchronisation et la date ainsi obtenue, le dendrochronologue doit prendre en considération l'« intervalle commun » entre la moyenne de site et la référence. L'intervalle commun est le nombre de cernes qui se chevauchent entre les deux chronologies. Plus cet intervalle est important, plus la datation est probante. Un intervalle commun favorable compte une centaine de cernes communs. Pour valider la synchronisation, on emploie des tests statistiques et une vérification graphique visuelle. Cette synchronisation doit répondre à des seuils statistiques pour valider une datation. Des logiciels spécialisés calculent la puissance pour les dizaines voire les centaines de corrélations possibles entre la chronologie moyenne et la chronologie de référence et en identifient les plus probantes (Eckstein 1984 : 11; Baillie, 1982 : 80).

Enfin, il convient de rappeler qu'un arbre contient quatre types de tissus principaux : le duramen, l'aubier, le cambium et l'écorce (Figure 20). Au centre de l'arbre se trouve le duramen, de couleur plus foncée dont les cellules ne transportent plus de sève. Vient ensuite l'aubier, généralement plus pâle et dont les cellules sont toujours actives. Le cambium, une mince pellicule située directement sous l'écorce, produit les nouvelles cellules. Enfin, il y a l'écorce,

le revêtement extérieur de l'arbre. Dans le meilleur des cas, la présence de l'écorce sur l'échantillon fournit l'année précise d'abattage de l'arbre. Lorsqu'il est absent, d'autres méthodes d'estimations de la date d'abattage existent. Le chêne, notamment, contient plusieurs dizaines de cernes d'« aubier » immédiatement sous l'écorce où la sève circule. Cette sève rendant le bois pourrissable, les charpentiers d'autrefois se tâchaient d'ôter l'aubier. Cette pratique historique affecte grandement la dendrochronologie du chêne et l'analyse présentée au chapitre suivant se penchera, entre autres, sur le problème des « cernes manquants ». Dans le cas du *Machault*, de manière typique pour une construction en chêne, le cambium et l'aubier sont généralement absents, ayant été volontairement ôtés par les charpentiers.

3.2.3.1 Les données dendrochronologiques du *Machault*

L'étude dendrochronologique des pièces du *Machault* a été menée de concert avec Catherine Lavier, spécialiste en archéodendrométrie du Laboratoire d'archéologie moléculaire et structurale de l'Université Pierre et Marie Curie à Paris en France et associée au Centre National de Recherche Scientifique. Cette collaboration s'est avérée indispensable en raison des très courtes séries individuelles et l'accès dont dispose Catherine Lavier aux chronologies de référence européennes. Les cernes ont donc été mesurés, puis les mesures transmises à C. Lavier, qui les a comparées aux référentiels français et européens en utilisant des tests statistiques avancés conçus pour l'interdatation des séquences courtes. Son rapport d'analyse se situe en annexe de ce mémoire (annexe 5).

Sur les douze pièces soumises à l'analyse dendrochronologique, trois proviennent de pièces architecturales de fonction inconnue (tableau 3). Cinq sont des éléments de membrure dont la fonction précise n'est pas documentée, trois sont des planches et la dernière provient de la quille. Aucune de ces pièces ne possède d'écorce, mais environ trente cernes d'aubier ont pu être observés sur la quille. Le cœur était présent sur cinq pièces seulement. Sur les autres pièces, ni cœur, ni écorce, ni cambium n'a été observé. Les pièces échantillonnées font partie des pièces non exploitées pour l'exposition du LHNC de la Bataille-de-la-Ristigouche et sont présentement entreposées dans les réserves de Parcs Canada à Ottawa.

| Pièce | Provenance | Nombre de cernes mesurés | Nombre de cernes non mesurés | Nombre de cernes | Cernes d'aubier | Cœur/ Écorce/ Cambium |
|-------|------------|--------------------------|------------------------------|------------------|-----------------|-----------------------|
| 2M_01 | Membrure | 56 | 4 | 60 | Non | Cœur |
| 2M_02 | Membrure | 33 | ~5 | 38 | Non | - |
| 2M_03 | Membrure | 53 | ~15 | 68 | Non | - |
| 2M_04 | Planche | 53 | ~5 | 58 | Non | - |
| 2M_05 | Planche | 38 | 2 | 40 | Non | Cœur |
| 2M_06 | Planche | 43 | 6 | 49 | Non | - |
| 2M_07 | Inconnu | 51 | 0 | 51 | Non | - |
| 2M_08 | Inconnu | 35 | 3 | 38 | Non | Cœur |
| 2M_09 | Inconnu | 42 | ~10 | 52 | Non | - |
| 2M_10 | Membrure | 46 | 6 | 42 | Non | Cœur |
| 2M_11 | Membrure | 30 | 2 | 32 | Non | - |
| 2M_12 | Quille | 51 | 1 | 52 | ~30 | Cœur |

Tableau 3 – Corpus des pièces analysées pour la datation dendrochronologique.

Les séquences individuelles du *Machault* sont courtes, 44 cernes en moyenne, ce qui est sous le seuil d'admissibilité statistique habituellement observé en dendrochronologie. Ce seuil étant souvent fixé à 80 ou 100 cernes pour une pièce unique, il est possible de saisir à quel point les séries du *Machault* sont courtes. Le principal problème des séries courtes est la possibilité qu'elles soient reproductibles à plusieurs moments dans le passé (Hillam 1987 : 177). Leur étude est toutefois nécessaire, car les bois obtenus dans des contextes archéologiques sont rarement des échantillons idéaux. L'archéo-dendrochronologue s'efforce alors de les analyser ces bois, car ils ont été choisis, de façon libre ou contrainte, et ils ont une histoire à raconter (Lavier communication personnelle, 2014).

Afin de parvenir à dater les pièces du *Machault*, Catherine Lavier a fait appel aux «cernes diagnostiques» ainsi qu'à une batterie d'indices statistiques stricts. Ces cernes diagnostiques résultent d'un évènement météorologique exceptionnel, et apparaissent dans presque tous les arbres d'une grande région comme un ralentissement ou une reprise de croissance, le tout de façon collective. Ces croissances collectives sont influencées par des phénomènes météorologiques à grande portée (éruption volcanique, gel précoce ou tardif, pluviosité exceptionnelle...) et deviennent alors des repères reconnus par le dendrochronologue. Les

cernes diagnostiques « signatures » peuvent ainsi conforter une date proposée ou alors révéler des faiblesses dans la datation qui doivent alors être expliquées (Lambert *et al.* 2011 : 14-15). Les tests utilisés par Catherine Lavier pour les indices statistiques sont ceux du *t-test* de Student d'après Baillie et Pilcher (1973) sur les valeurs indicées E de Besançon, le *Gleichläufigkeit* (GLK), le W-test et une adaptation de la distance euclidienne sur les valeurs naturelles. Le lecteur peut se référer à plusieurs articles détaillés pour mieux comprendre ces méthodes (Lambert et Lavier 1990; Gassmann 2009; Gassmann *et al.* 1995).

3.2.3.1 Résultats des analyses dendrochronologiques du *Machault*

Le tableau en annexe 6 rapporte les résultats de corrélations statistiques du *t-test* de Student (TVBP), du test W et du *Gleichläufigkeit* (gLK) des pièces du *Machault* utilisées pour la dendrochronologie et positionnés dans le temps. Dans un contexte différent où les arbres auraient été âgés de plus de 100 ans, ces résultats auraient été considérés comme non satisfaisants, car le GLK est trop souvent sous le seuil de 60% et le TVBP sous celui de 3,5. On constate cependant que 2M_03 et 2M_10 montrent une valeur de synchronisation de TVBP plus importante qu'entre les autres pièces. Cette corrélation ayant un intervalle de seulement 12 cernes, cette synchronisation est cependant loin d'être significative, ce qui est confirmé par la valeur 0% du GLK. Une pièce, 2M_06, n'a pas été intégrée dans la chronologie moyenne en raison d'un degré insuffisant de correspondance graphique et statistique avec les autres pièces.

La chronologie moyenne du *Machault* créée par Catherine Lavier possède 101 cernes, une puissance moyenne de 5,1, une autocorrélation de -0,08 une fois standardisée selon l'indice Baillie-Pilcher. Elle a ensuite été comparée à un ensemble de référentiels pour la France et ailleurs en Europe à l'aide de logiciels adaptés et atteint l'intervalle historique de 1653 à 1753. L'ensemble des propositions de synchronisme a été vérifié statistiquement et visuellement, et la date ayant été retenue pour le dernier cerne entièrement formé de la chronologie est donc de 1753 (Figure 21). L'annexe 7 présente les valeurs statistiques pour chaque corrélation de chronologie régionale et locale utilisée pour obtenir cette date ainsi que les statistiques de corrélation interne de la chronologie moyenne. La corrélation statistique la plus probante a été obtenue avec la chronologie locale ISLE/ B03 provenant de l'Isle, une rivière affluente de la Dordogne dans le Massif central (TVBP = 5,0 / W = 4,0 / GLK = 72). D'autres résultats

satisfaisants sont notés pour la région Poitou-Charentes (PoitCarTS79 : TVBP = 4,7 / W = 2,7 / GLK = 65; PoitCarTS80 : TVBP = 6,2 / W = 2,9 / GLK = 67). Le tableau suivant situe l'ensemble des dates obtenues en prenant en considération aussi les cernes visibles, mais non mesurés aux extrémités des pièces. À l'exception de la quille, aucun cerne d'aubier n'est présent et la date finale de chaque série individuelle est donc d'un *terminus post quem* (tableau 4).

| Pièce | Provenance | Nombre de cernes mesurés | Nombre de cernes non-mesurés | Nombre de cernes | Cœur/ Écorce/ Cambium | Date obtenues |
|-------|------------|--------------------------|------------------------------|------------------|-----------------------|---------------|
| 2M_01 | Membrure | 56 | 4 | 60 | Cœur | 1663-1722 |
| 2M_02 | Membrure | 33 | ~5 | 38 | Non | 1699-1736 |
| 2M_03 | Membrure | 53 | ~15 | 68 | Non | 1653-1720 |
| 2M_04 | Planche | 53 | ~5 | 58 | Non | 1658-1715 |
| 2M_05 | Planche | 38 | 2 | 40 | Cœur | 1676-1715 |
| 2M_06 | Planche | 43 | 6 | 49 | Non | - |
| 2M_07 | Inconnu | 51 | 0 | 51 | Non | 1685-1735 |
| 2M_08 | Inconnu | 35 | 3 | 38 | Cœur | 1705-1742 |
| 2M_09 | Inconnu | 42 | ~10 | 52 | Non | 1684-1735 |
| 2M_10 | Membrure | 46 | 6 | 42 | Cœur | 1694-1745 |
| 2M_11 | Membrure | 30 | 2 | 32 | Non | 1699-1730 |
| 2M_12 | Quille | 51 | 1 | 52 | Cœur | 1702-1753 |

Tableau 4 – Datation des pièces architecturales du *Machault*.

La dendrochronologie a donc permis de mettre les pièces en lien avec la date de construction du *Machault*. Lors de l'analyse de ces données, il sera alors possible d'examiner s'il existe une relation entre le nombre de cernes manquants et la fonction et les dimensions de la pièce. Les analyses du prochain chapitre permettront de tirer profit de ces données afin de mieux comprendre l'industrie forestière en amont de la construction navale du XVIII^e siècle.

3.2.4 La forme des pièces. Observation du fil du bois et mode de débitage

L'étude de l'adéquation morphologique de l'arbre avec la pièce finie apporte une perspective supplémentaire sur les techniques de foresterie utilisées. Il s'agit de comparer la forme originale de l'arbre et la forme finie de la pièce architecturale, afin de voir dans quelle mesure l'arbre convenait à sa fonction. Cela peut renseigner sur la capacité de se procurer des pièces de qualité et sur la planification du projet architecturale. Plusieurs facteurs peuvent

influencer la capacité des constructeurs à se procurer du bois de bonne qualité, car même si un charpentier a accès à un bois d'excellente qualité, il peut être restreint par ses propres capacités et ses connaissances ou par les ressources matérielles et financières à sa portée.

Pour l'observation du fil du bois, la méthode développée par Charles Dagneau pour son analyse des bateaux plats de la Nouvelle-France a été utilisée (Dagneau 2002 : 29). Pour qualifier l'adéquation du fil du bois d'une pièce courbe, trois catégories de pièces sont créées : À, B ou C (Figure 22). Une pièce A possède un fil parfait suivant la courbe de la pièce sur toute sa longueur. La pièce B a un fil du bois qui suit la courbe de la pièce, mais la présence de nœuds indiquant l'amorce de branches ou d'autres légères déviations du fil peut être remarquée. Dans une pièce C, le fil du bois ne correspond pas du tout à la courbure de la pièce. Ces critères permettent d'apprécier et d'évaluer l'adéquation morphologique des arbres pour la fonction navale qui leur sera réservée.

Le fil du bois sur 45 pièces courbes situées dans les réserves de Parcs Canada à Ottawa, a été documenté. Les données brutes sont en annexe 4 dans la colonne «fil du bois». Les observations ont permis d'assigner 42,2 % (n = 19) des pièces à la catégorie A, 51,1 % (n = 23) à la catégorie type B et 6,7 % (n = 3) à la catégorie type C. Notons que très peu de nœuds ont été observés sur les pièces et qu'aucun départ de branche n'a été relevé. Ces données, qui seront analysées dans le prochain chapitre, montrent que la qualité du bois du *Machault* était rarement compromise par des défauts ou une forme inadéquate.

Ce sont les mêmes pièces entreposées à Ottawa qui ont été observées concernant leur mode de débitage (annexe 4). Un total de 38 planches montre trois types de débitage différent : dosse, faux-quartier et quartier (Figure 23). Le débitage de type quartier 68,4% (n = 26) des deux tiers des pièces observées (tableau 5). Ce type de débitage permet de profiter de la largeur maximale d'une grume, mais aussi de sa partie la plus résistante, le duramen. Il profite aussi de l'orientation des rayons médullaires pour conserver la force naturelle du bois. À l'opposé, les débitages de faux-quartier et de dosse étant perpendiculaires aux rayons, ils sont beaucoup moins robustes et ils sont sujets aux fêlures (Guibal et Pomey 2002).

| | Dosse | Faux-Quartier | Quartier | Total |
|--------|--------------|----------------------|-----------------|--------------|
| Nombre | 7 | 5 | 26 | 38 |
| % | 18,4 | 13,2 | 68,4 | 100% |

Tableau 5 – Répartition de 38 planches selon le type de débitage.

Les trois mêmes types de débitage ont été observés sur 47 pièces de membrures dans les locaux de Parcs Canada à Ottawa (Figure 24). Dans le cas des pièces courbes, les deux extrémités ont été observées (tableau 6) afin de rendre compte de la courbure de l'arbre.

| | Cœur/Cœur | Cœur/Dosse | Cœur/Faux-Quartier | Faux-Quartier/Faux-Quartier | Dosse/Dosse | Total |
|--------|------------------|-------------------|---------------------------|------------------------------------|--------------------|--------------|
| Nombre | 11 | 6 | 19 | 6 | 5 | 47 |
| % | 23,4 | 12,8 | 40,4 | 12,8 | 10,6 | 100 |

Tableau 6 – Répartition de 47 pièces courbes (membrures) selon le type de débitage.

Au-delà de la compréhension des techniques de foresterie et de débitage, ces données serviront aussi à l'analyse de l'estimation du nombre de cernes manquants à la périphérie et au cœur de l'arbre dans le prochain chapitre.

3.2.5 Bilan

Les différentes données relatives aux techniques de foresterie constituent une partie importante de ce mémoire. Elles concernent les résultats dendrochronologiques, l'essence et l'âge des pièces, l'adéquation morphologique entre la courbe naturelle et la pièce finie et le mode de débitage. Ces données seront mises en relation les unes aux autres afin d'approfondir l'ensemble de l'industrie forestière ayant permis la construction *Machault*. La forêt étant à l'origine même du navire, son exploitation est une considération centrale pour toutes les étapes suivantes de la conception architecturale et la construction du navire.

3.3 Les méthodes de conception architecturale des navires

La conception architecturale des navires est une étape qui s'insère dans la chaîne opératoire en amont du chantier de construction. Elle apparaît autant comme un travail de gestion et de coordination que comme un travail architectural. C'est lors de cette phase que les penseurs du projet naval cherchent à déterminer la forme finale du bâtiment, et que sont décidées les proportions et les dimensions générales. La conception architecturale, c'est « penser » les formes d'un navire avant de les matérialiser en bois en fonction des ressources de matériaux, de main-d'œuvre et de savoir-faire.

L'analyse des formes du navire renvoie aussi à sa fonction prévue. Une frégate étant différente d'un vaisseau ou d'une flûte de transport en termes de dimensions et d'usage, sa conception ne relève pas des mêmes facteurs et contraintes. La conception architecturale liée à la frégate *Machault* donnera un accès privilégié à un complexe de connaissances et d'informations qui documentent non seulement une phase importante dans l'élaboration d'un projet architectural, mais qui conduisent aussi à une meilleure compréhension de la relation entre les traditions et l'innovation scientifique.

3.3.1 Les dimensions

Les dimensions du *Machault* sont essentielles à la conception architecturale du navire. Elles donneront accès au système utilisé et pourront être mises en relation avec d'autres navires de la même époque et avec les traités historiques existants. Dans son ouvrage *Combattre à Ristigouche*, l'historien Gilles Proulx (1999) attribue certaines dimensions du navire, vraisemblablement issues d'un mélange non explicité de dimensions théoriques issues de traités, de sources historiques et de quelques mesures archéologiques. Nous n'avons pu reconstituer sa méthodologie et nous n'avons donc pas utilisé ces dimensions pour notre analyse.

Parmi les mesures critiques pour une telle analyse, il y a la longueur de la quille. Il s'agit même de la dimension primordiale, car c'est généralement sur cette mesure que reposent toutes les autres dimensions. C'est d'ailleurs de la première dimension déterminée par les traités historiques. Elle permet ensuite de déterminer la largeur au maître-bau, le creux* ainsi que la

quête de l'étrave et l'élancement de l'étambot. Il s'agit des dimensions principales nécessaires pour la conception d'un navire.

Pour le *Machault*, la longueur retenue pour la quille portant sur terre est de 34,3 mètres et provient du plan de fouille de l'épave (figure 5). La seconde dimension retenue est la longueur totale mesurée du navire soit 38,7 mètres et cette donnée provient d'un document rapportant les dimensions structurales prises lors de plongées (Parcs Canada 1970). Quant à la largeur au maître-bau et au creux, les dimensions retenues proviennent d'un relevé effectué au LHNC de la Bataille-de-la-Ristigouche en 2012. Le creux a été déterminé à 4,45 mètres et la largeur au maître-bau à 9,7 mètres. Enfin, les dimensions liées à l'étrave et l'étambot ont été déterminées à partir des relevés archéologiques des deux structures (Figure 25 et Figure 26). L'élancement à l'étrave est de 5,18 mètres et sa hauteur de 5,6 mètres. La quête de l'étambot est de 0,91 mètre. L'étambot étant brisé dans sa partie supérieure, il n'est pas possible de déterminer sa hauteur totale. Même si elles proviennent de sources différentes, les dimensions retenues pour le *Machault* sont donc toutes de nature archéologique.

3.3.2 Le relevé du couple 1

Plusieurs archéologues se sont intéressés à la conception des formes courbes de la carène d'un navire (Rieth 1998a; Castro 2005; Loewen 2007a, 2009; Carrell 2003). Ils mettent l'accent sur la conception et le rôle du maître-couple* pour définir ces formes. À travers plusieurs études, ils ont développé une méthodologie pour déceler le type de conception architecturale, le situer historiquement et le comparer entre épaves.

Lors de la collecte de données sur le *Machault*, un couple a été dessiné à partir des vestiges exposés et désigné comme le couple 1 (Figure 13). Il ne s'agit pas du maître-couple, mais plutôt du 3^e ou 4^e couple vers l'arrière du maître-couple (Figure 27). Selon les traités historiques, les premiers couples entourant le maître-couple ne subissent pas de modifications à leurs formes, à l'exception possible d'une réduction du plat de la varangue. Il est donc logique de considérer que le couple 1 de la structure exposée ressemble étroitement au maître-couple (Figure 13). La réduction du plat opérant uniquement sur la portion horizontale de la varangue, elle n'affecte pas la forme des arcs du bouchain*, du genou* ou du fort*. On suppose aussi que

les dimensions, telles le creux et la largeur au maître-bau mentionnée plus tôt, sont sensiblement les mêmes que celles au maître-couple. L'analyse de ces derniers segments peut alors se faire comme s'il s'agissait du maître-couple. Le relevé du couple 1 à l'échelle 1:10 a été réalisé par Saraí Barreiro Argüelles, Brad Loewen et Mathieu Mercier Gingras sur du papier millimétrique à l'aide d'un fil à plomb et de décimètres posés au sol et sur la structure en décembre 2012.

Le dessin a ensuite été numérisé à l'aide du logiciel *Illustrator CS5* d'Adobe (Figure 28 et Figure 29). Il a fallu procéder point par point, à très haut agrandissement avec de nombreux points d'ancrage. S'il y a un bris abrupt dans la suite des arcs, le relevé est assez précis pour le détecter, par exemple compris lorsque deux pièces d'un couple du *Machault* sont mal alignées. Le dessin électronique du couple a été ensuite imprimé sur papier. Puis, de façon manuelle et à l'aide d'un compas, des arcs de cercle ont été dessinés sur du papier calque, à raison d'un rayon égal à un pied français de l'époque. Ces arcs de cercle ont ensuite été apposés sur le couple afin de déterminer s'il y a correspondance entre le couple et ces arcs de cercle superposés.

Les dimensions proportionnelles et la conception géométrique du maître-couple pourront faire l'objet d'une comparaison avec les traités historiques concernant les navires et les frégates du XVIII^e siècle. L'observation des formes d'un couple a permis d'identifier des arcs de cercle malgré une rupture au niveau de l'arc du genou. La compréhension de la relation entre la conception du navire avec les techniques de foresterie et de charpenterie permettra de comprendre l'articulation des différentes étapes du projet de construction d'un navire.

3.4 Les techniques de charpenterie navale

Une fois les arbres abattus et les plans de navires dressés, le projet naval se transporte au chantier de construction. Les traces d'outils présentes sur les pièces exposées ont d'abord été identifiées puis l'assemblage des pièces entre elles a été documenté à partir des vestiges exposés et des dessins archéologiques des structures de l'étrave et de l'étambot. En dernier lieu, les fixations ont été relevées sur l'ensemble de la carène exposée au LHNC de la Bataille-de-la-Ristigouche. Ces trois groupes de données relatives aux vestiges archéologiques du *Machault*

permettront d'identifier les différentes méthodes de charpenterie employées et leur séquence dans la chaîne opératoire de la construction du navire.

3.4.1 Traces d'outillage

Malgré un long séjour sous l'eau, les pièces de bois du *Machault* conservent toujours les traces des outils qui les ont façonnées. Afin de rendre compte des différentes traces, de leur nature et de leur emplacement, il a fallu examiner très minutieusement les pièces de bois accessibles. Les traces étant parfois ténues et subtiles, une lampe de poche a été utilisée et sa lumière orientée de façon rasante afin de mettre en relief la surface de la pièce. Les traces d'outils apparaissaient ainsi grâce au jeu d'ombre et de lumière. Leur forme et leur orientation ont permis de rattacher chaque trace à un outil particulier. Seule la portion de coque exposée aux LHNC de la Bataille-de-la-Ristigouche a été soumise à cet examen et puisque l'accès aux vestiges était restreint, seules les membrures et les planches représentatives ont été observées. Lorsque possible, les faces de tour* des membrures et leurs faces internes et externes ont été examinées. Pour reconnaître les traces d'outils et les associer à des instruments précis, l'étude de Brad Loewen sur les pièces du *San Juan* et le guide de Roy Underhill sur le travail traditionnel du bois ont été utilisés (Loewen 2007a; Underhill 1986).

Le plus répandu des outils est la hache (Figure 30). Il s'agit de l'outil de choix du charpentier, avec l'herminette, pour le travail de dégrossissage (Blackburn 1974 : 5). Les traces de hache se caractérisent par des traits généralement réguliers et perpendiculaires au fil du bois marquant l'endroit où le fil de la hache s'est arrêté. Des traces de hache ont été retrouvées sur les faces de tour de la carlingue et sur les faces de tour des couples (Figure 31).

Sur ces mêmes pièces se situent aussi des traces d'herminette. Le travail du bois à l'herminette est caractérisé par des traces en forme de croissant (Figure 32). Les traces d'herminette ont été observées sur les faces externes et de tour des couples et de la carlingue. Cet outil avait un double usage : le dégrossissage des pièces après l'abattage pour leur donner la forme courbe désirée puis le travail de finition (Figure 33). Elle permettait d'enlever les irrégularités, ce que la hache ne peut pas faire de par sa forme, et qu'un rabot ne peut pas faire de façon satisfaisante (Salaman 1975 : 23). Les traces peuvent témoigner de deux étapes

distinctes dans le travail du bois : celui du dégrossissage et celui du travail de finition. Il est à noter que les surfaces droites portent des traces de hache, et les surfaces convexes ou concaves portent des traces d'herminette, sauf exception.

Les traces de fer à calfatage apparaissent sous la forme de petites dépressions alignées à intervalle régulier sur les faces internes et externes de la membrure le long des joints entre les bordés (Figure 34). Cet outil s'employait de concert avec le maillet de calfatage (Figure 35). Ensemble, ils permettaient d'insérer l'étoupe entre les bordés afin d'étanchéifier le navire et d'entreprendre diverses réparations sur le navire durant sa traversée.

Le dernier outil identifié est la scie verticale, dont les traces ont été observées sur les planches constituant le bordé de l'exposition. Il s'agit d'un moulin à lame verticale activée par le mouvement hydraulique et se retrouve donc à proximité d'un cours d'eau. On retrouve de tels moulins à scie dans les forêts ou sur les arsenaux (Figure 36). Les traces caractéristiques sont de fines stries parallèles les unes aux autres et espacées de façon régulière, contrairement aux traces de scie de long qui montrent des stries dont l'angle varie en fonction de la position des scieurs (Figure 37). Ce type de travail relève de la phase du dégrossissage des pièces et du façonnement des grumes de façon à produire des planches.

3.4.2 Assemblage des pièces

En charpenterie ancienne, les différentes formes de joint ont été étudiées par plusieurs auteurs, dont Roy Underhill (1986). En construction navale, le répertoire des joints spécialisés a été étudié sur le *San Juan* et sur *La Belle* (Loewen 2007a; Carrell 2003). Différents types d'assemblage peuvent être documentés sur les pièces exposées du *Machault* et sur les dessins archéologiques des structures de l'étrave et l'étambot.

Tout d'abord, si l'on commence vers le bas du navire, la quille possède une râblure de chaque côté qui permet d'enchâsser le premier bordage, appelé galbord. La râblure permettait d'accueillir les planches du bordé inférieur et de les encastrier pour créer une surface lisse. Le calfatage vient ensuite étanchéifier le joint. Sur la section de quille observée, la râblure mesure environ 7 cm de largeur par 5 cm de hauteur (Figure 38). Cette râblure est également visible

dans l'étrave et l'étambot où elle permettait également l'ajustement avec les bordages. Ensuite, si l'on regarde la composition d'un couple, la varangue s'emboîte sur la quille avec son talon entaillé (Figure 39). Les deux petites entailles situées de part et d'autre de la varangue sont les canaux d'anguiller* qui conduisent les eaux accumulées dans le navire vers la pompe. Parallèlement à la varangue se retrouve la demie-varangue. Cette dernière n'est pas visible sur les vestiges exposés, car elle se trouve entièrement sous le vaigrage. Sur l'extrémité de la varangue vient s'appuyer le genou alors que sur celle de la demi-varangue, s'appuie la première allonge. Cette disposition de membrures parallèles, aux joints décalés à moitié de la longueur des pièces, se poursuit sur toute la hauteur du couple (Figure 40).

Enfin, les planches du vaigrage et du bordé sont simplement aboutées les unes aux autres, formant avec leurs extrémités à angles droits des abouts carrés (Figure 41). Ces abouts carrés sont répartis de façon alternée sur la coque afin la renforcer. On appelle ce type d'about un écart simple. Enfin, les deux structures situées à chaque extrémité du navire peuvent également des assemblages. L'étrave est assemblée à l'aide d'écarts divers (Figure 42). On définit l'écart long comme étant une empatture faite dans la largeur de la pièce alors que l'écart plat est un assemblage à entaille faite dans l'épaisseur de la pièce (Panckoucke 1786 : 99). L'assemblage de l'étrave avec la quille est visible sur la portion exposée de l'étrave et les pièces qui la constituent sont assemblées par un écart long. Sur la contre-étrave, un écart plat avec about symétrique permet de lier deux pièces. Ces écarts sont renforcés par des broches qui traversent l'ensemble de l'étrave de façon transversale (Figure 43).

3.4.3 Les fixations

Cette section sera consacrée à la description des fixations observées sur les vestiges exposés au LHNC de la Bataille-de-la-Ristigouche, et sur l'étrave et l'étambot d'après les relevés disponibles. Quatre types de fixation ont été identifiés et feront l'objet d'une description détaillée quant à la taille, la forme et l'emplacement. Il s'agit des clous, des gournables et des broches transversales et latérales.

3.4.3.1 Les clous

Les clous sont faits en fer et ont une extrémité pointue et une autre dotée d'une tête aplatie. Sur les vestiges exposés, un total de 138 clous a été observé sur l'ensemble de la structure. Les mesures ont été prises sur les clous directement accessibles, mais l'ensemble des observations provient du photomontage sur lequel les clous (et les gournables) ont été identifiés (Figure 44). Dans tous les cas, les clous sont encore visibles, aucun trou n'a été documenté sans clou à l'intérieur. Ils ont une tête carrée et les côtés mesurent en moyenne 1,6 cm. L'avant-trou, permettant l'insertion des clous, est visible à certains endroits (Figure 45). La structure exposée comporte de nombreux clous et si plusieurs sont liés à des pièces architecturales aujourd'hui disparues, leur répartition systématique des fixations est évidente. Ainsi, il est possible de retrouver deux clous à la jonction de la planche et de la membrure, alignés de façon diagonale près des cans supérieurs et inférieurs des planches (Figure 46). Les dessins de certaines pièces architecturales portent la mention de clous à divers endroits. Cependant, l'absence d'identification de la nature des pièces et de leur contexte archéologique empêche d'en retirer des données systématiques.

3.4.3.2 Les gournables

Les gournables sont des chevilles faites de bois et sont retrouvées en grande quantité sur les vestiges. Un total de 256 gournables a été observé et leur diamètre moyen est de 3,5 cm (Figure 47). Tout comme autour des clous, l'avant-trou est parfois visible. L'essence dans laquelle les gournables ont été réalisées n'est pas connue, mais elles sont souvent faites de chêne (Steffy 1994 : 258; Goodburn 2009 : 66).

Les gournables relient principalement le bordé et le vaigrage à la membrure. Sur le vaigrage, elles sont alignées de façon diagonale près des cans supérieurs et inférieurs des vaigres. Elles se situent à l'about de deux planches sur une membrure, alignées à la verticale près de l'extrémité de la planche, un schéma qui n'est pas sans rappeler celui du clouage (Figure 48). De nombreuses gournables ne semblent pas correspondre à des structures architecturales actuellement visibles et sont probablement liées à des pièces aujourd'hui disparues. Tout comme pour les clous, les dessins de pièces architecturales individuelles de Parcs Canada portent la

mention de gournables à divers endroits, mais l'absence d'identification de la nature de la pièce et de sa provenance ne permet pas d'en retirer des données probantes.

3.4.3.3 Les broches transversales et latérales

Deux types de broches peuvent être observés sur les vestiges : les broches transversales, qui traversent la carène en direction interne-externe et les broches latérales qui sont parallèles à la quille et relient des éléments assemblés des couples. Les seules broches transversales sont situées sur la carlingue et permettent la liaison avec la quille (Figure 49). Concernant les broches latérales, elles se retrouvent notamment sur les couples, en assurant l'empattement entre certaines pièces. Sur le couple 1, des broches liant la première et la deuxième allonge de même que la troisième et quatrième allonge peuvent être observées.

Concernant l'étrave et l'étambot, des broches latérales apparaissent sur les relevés archéologiques. Sur l'étrave, le système de fixation est composé uniquement de broches de fer faisant la liaison entre l'étrave et la contre-étrave (Figure 43). Elles sont principalement dirigées de l'extérieur vers l'intérieur du navire. Les pièces utilisées en renfort interne de l'étrave, de même que les fragments de poulain visible, ont cependant un système de broches inverses, de l'intérieur vers l'extérieur. L'étambot repose sur la quille, formant un angle presque droit et y est lié avec une charnière de fer. Elle est liée au contre-étambot par des broches situées aussi de façon latérale (Figure 50).

3.4.4 Bilan

Les données sur la charpenterie du *Machault* comportent des traces d'outils variées telles que la hache, l'herminette, le fer de calfat et la scie mécanique. Ces traces ont été observées sur différentes pièces architecturales, dont les planches, les membrures des couples et la carlingue. Les différents types d'assemblage ont été documentés sur les planches, les éléments de la membrure et sur les structures complexes comme l'étrave ou l'étambot. En dernier lieu, les différents types de fixations visibles ont été documentés. On retrouve les clous et les gournables reliant principalement les planches et les membrures, alors que des broches sont visibles sur la carlingue et entre les membrures des couples. Ces données seront analysées plus loin afin de caractériser les techniques et la division du travail sur le chantier maritime à Bayonne en 1757.

L'observation des vestiges du *Machault* a permis d'obtenir plusieurs données de natures différentes quant aux différentes phases d'un projet architectural de navire. Concernant la première phase du projet, l'extraction de la matière première, il a été établi que l'ensemble des pièces observées est fait de chênes, abattus peu de temps avant la construction du *Machault*. Le comptage des cernes de croissance en présence a fourni des groupes d'âge minimal et la comparaison morphologique entre l'arbre et la pièce finie montre une correspondance plutôt homogène. Le type de débitage a révélé que les charpentiers privilégiaient les coupes qui conservaient les propriétés mécaniques des arbres.

En ce qui concerne la conception architecturale du navire, les dimensions archéologiques ont été présentées de même que la méthode employée pour l'identification la conception des couples du navire. L'analyse de ces deux types de données permettra de déceler le mode de conception traditionnelle et de pouvoir comparer ses caractéristiques avec celles des frégates de la même époque.

Quant aux techniques de charpenterie, plusieurs outils ont été observés sur les planches, les membrures du couple et sur la carlingue. Différents types d'assemblage ont été recensés et observés sur les vestiges et les clous de fer et les gournables ont été observées sur les planches et les membrures des couples. Des broches transversales ont été relevées sur la carlingue et des broches latérales traversant des éléments de la membrure ont également été documentées.

L'ensemble de ces données sera analysé au prochain chapitre afin de caractériser les techniques inhérentes à l'industrie de la construction navale à Bayonne dans les années 1750. Cette analyse mettra en scène les différents acteurs liés à la construction du *Machault*, aux prises avec la relation entre la science et la tradition dans l'industrie de la construction navale.

4 –Le *Machault* se raconte... Analyse des données

À partir du corpus des données présentées au précédent chapitre, un éventail varié d'analyses peut maintenant être mis en œuvre afin d'élaborer un portrait de la construction navale à Bayonne dans les années 1750. Les trois étapes de la chaîne opératoire navale sont reprises : la foresterie, la conception architecturale et enfin les techniques de charpenterie. Chaque catégorie de données possède une méthodologie analytique propre, basée sur une littérature distincte en histoire et en archéologie maritime.

4.1 La forêt derrière la construction du *Machault*

Les données concernant l'approvisionnement en bois du *Machault* sont riches et plusieurs analyses peuvent être conduites à différents niveaux. Les deux principaux objectifs de ces analyses seront de dresser le portrait de la forêt qui a donné naissance au navire et de caractériser sa nature : s'agissait-il d'une forêt naturelle ou cultivée sous le contrôle des maîtres-forestiers ?

On attend d'une forêt destinée à l'approvisionnement en bois de marine qu'elle fournisse des arbres homogènes en termes d'essence, d'âge, de provenance et de morphologie. Les pièces architecturales ayant différentes fonctions à bord du navire, des groupes distincts seraient également visibles selon l'utilisation de la pièce, principalement en ce qui concerne l'âge et la morphologie. Plusieurs études d'épave ont démontré de telles divisions entre les différentes fonctions des pièces (Loewen 2000; Loewen et Delhay 2003; Pomey et Guibal 2000, 2002, 2004). Un tel contrôle sur la ressource forestière serait alors signe de méthodes traditionnelles qui visent une homogénéité dans l'approvisionnement en bois. La tradition serait alors une contrainte sur la forêt. Cependant, à long terme, la ressource forestière devient elle-même une contrainte sur la conception et la construction des navires, car elle est prédéterminée par la tradition et donc réfractaire au changement. Innover dans ce contexte, c'est rejeter en bloc la façon de faire des maîtres-forestiers pour instaurer de nouveaux critères de sélection des arbres qui permettent une plus grande hétérogénéité de la ressource, car les nouvelles méthodes

donnent une plus grande marge d'adaptation. L'hétérogénéité des pièces de bois peut cependant aussi être liée à un approvisionnement opportuniste et donc refléter la volonté des investisseurs du *Machault* vers un navire de qualité moindre. Que racontent alors les bois du *Machault* ?

La dendrochronologie a ouvert la porte à la possibilité d'identifier la région d'origine des arbres et l'identification des essences démontre une utilisation exclusive du chêne pour les pièces de la carène. Ensuite, l'analyse dendrochronologique apporte de nombreuses informations importantes sur la foresterie. Il sera d'abord question du moment d'abattage des arbres et de l'âge des individus. Il sera ensuite possible de voir s'il existe un lien entre l'âge de la pièce et sa fonction. Enfin, le dernier point sera celui de l'adéquation morphologique entre l'arbre et la pièce finie, donnée primordiale pour évaluer la qualité et la disponibilité des ressources forestières.

4.1.1 L'origine de bois

L'analyse dendrochronologique peut indiquer la région d'origine des arbres ou, à tout le moins, orienter les recherches. La chronologie moyenne du *Machault* a été comparée à un ensemble de chronologies européennes qui, en plus d'indiquer l'intervalle de la vie des arbres, a aussi révélé les régions ayant la meilleure correspondance aux bois du *Machault* (Figure 51).

Une concentration importante de références comparées se situe au nord-ouest du Massif central de la France, entre la Charente et la Loire. De ces références, les corrélations statistiques les plus élevées ont été obtenues avec la chronologie locale ISLE/ B03 associée à la rivière Isle, un cours d'eau afflué de la Dordogne dans le Massif central (TVBP = 5,0 / W = 4,0 / GLK = 72). Des résultats satisfaisants sont aussi notés pour la région Poitou-Charentes, pour la rivière de la Charente (PoitCarTS79 : TVBP = 4,7 / W = 2,7 / GLK = 65; PoitCarTS80 : TVBP = 6,2 / W = 2,9 / GLK = 67). Ces valeurs sont assez élevées à des fins de datation. Cependant, pour fixer la provenance, les valeurs doivent être nettement plus élevées (ex. TVBP entre 12 et 20) pour être significatives (Brien 2011 : 43; Daly 2007 : 17). Nos résultats semblent donc indiquer que le bois ne provient vraisemblablement pas de cette région, car les valeurs sont trop faibles. Il est alors important de noter l'absence de référentiels comparatifs de la Charente aux Pyrénées y compris la région présumée de construction du *Machault*. Ce manque de références peut

s'expliquer, entre autres, par le fonctionnement régionalisé des laboratoires français de dendrochronologie. Cette concentration reflète ainsi peut-être plus la disponibilité des chronologies pour l'analyse, que la région d'origine des bois du *Machault*. Les analyses dendrochronologiques n'ont donc ni confirmé ni infirmé que la région bayonnaise est l'emplacement d'origine des bois du *Machault*. Il est possible cependant d'affirmer que les bois ne proviennent pas des pays du Nord, de l'Est ou du Sud de l'Europe. Ils ne proviennent pas non plus de la Bretagne ni du Nord, de l'Est ou du Sud de la France. Seuls restent en lice le sud-ouest de la France et les régions voisines de l'Espagne, soit les régions entourant Bayonne.

L'historien Manex Goyhenetche a identifié les forêts qui approvisionnaient Bayonne au XVIII^e siècle (Goyhenetche 1998). Le pays pyrénéen de Mixe, situé dans la province basque française de Basse-Navarre, était réputé comme fournisseur du bois de marine en chêne pédonculé (*Quercus robur*), en particulier les bordages. La construction de chronologies pour la région de Bayonne pourra redonner aux bois du *Machault* leur région et peut-être même leur forêt d'origine (Lavier 2014 : 6).

4.1.2 L'omniprésence du chêne

L'analyse des essences forestières s'est inspirée des études menées par Patrice Pomey et Frédéric Guibal sur les épaves antiques méditerranéennes (Pomey et Guibal 2000, 2002, 2004). Leurs études ont permis d'identifier une grande variabilité d'essences utilisées et la diversité des milieux biogéographiques d'où provenaient ces arbres pour la période de l'Antiquité en Méditerranée. En comparant plus d'une vingtaine d'épaves entre elles, les deux chercheurs ont pu mettre en relation l'utilisation des essences, l'origine géographique, l'utilisation optimisée des bois selon les caractéristiques anatomiques et morphologiques et leur fonction architecturale, et le mode de construction de type bordé-premier de ces navires.

Les identifications d'essences montrent que l'ensemble des pièces qui composent la carène ayant fait l'objet d'une analyse est de chêne (*Quercus sp.*), sans exception. Espèce de prédilection pour la construction de navire depuis de nombreux siècles, c'est sans surprise que le chêne est employé pour toutes les fonctions sur le *Machault*. Dans le but d'offrir une vision d'ensemble, plusieurs études d'épaves du XV^e au XVIII^e siècle de l'Europe atlantique ont été

comparées (tableau 7). L'origine forestière présumée a été indiquée dans certains cas, et les grandes catégories de pièces sur lesquelles des analyses d'identification des essences ont été menées.

| | <i>Machault</i> (1757) | <i>Cavalaire</i> (Fin XVe) | <i>Newport</i> (XVe) | <i>Mary Rose</i> (1510) | <i>San Juan</i> (1563) | <i>Arade 1</i> (fin XVIe) | <i>La Belle</i> (1684) | <i>Dauphine</i> (1703) | <i>Aimable-Grenot</i> (1747) |
|-------------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------|----------------------------|---------------------------|------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------------|
| Origine forestière du navire | Pays basque français présumé | Pays basque présumé | Pays Basque | Porthsmouth, Royaume-Uni | Pays Basque | Loire, France | Rochefort, France | St-Malo, France | St-Malo, France |
| Quille | Chêne | Chêne | Hêtre | Orme / Chêne | Hêtre | - | Chêne | - | - |
| Étrave | Chêne | - | Chêne | Chêne | Chêne | Chêne | Chêne | - | - |
| Étambot | Chêne | - | | Chêne | Chêne | - | Chêne | - | - |
| Carlingue | Chêne | - | Chêne | Chêne | - | - | Chêne | Chêne | - |
| Membrure | Chêne | Chêne | Chêne | Chêne | Chêne | Chêne/Chataignier | Chêne | Chêne / Orme | Chêne |
| Bordage | Chêne | Chêne | Chêne | Chêne | Chêne | Chêne | Chêne | Chêne/hêtre | Chêne/hêtre |
| Vaigre | Chêne | - | Chêne | Chêne | Chêne | Chêne | Chêne | Chêne | - |

Tableau 7 – Essences utilisées en construction navale selon la fonction des pièces architecturales.

À première vue, le tableau 7 confirme la prédominance du chêne pour la construction de la carène, mais l'on retrouve tout de même une certaine variabilité : seuls le *Machault* et *La Belle* ont été construits entièrement en chêne. Les charpentiers employaient le chêne pour la réalisation des pièces maîtresses de la charpente comme la quille, les varangues et les couples. Robuste, le chêne est une espèce qui résiste aux insectes et aux champignons, il est ainsi privilégié pour des ouvrages sujets à l'alternance cyclique entre des milieux humides et secs.

Cette uniformité peut s'expliquer aussi partiellement par la compréhension de l'aire de distribution géographique du chêne en Europe. Même si le chêne se retrouve sur une grande partie du territoire européen, sa zone de croissance optimale se situe dans les forêts tempérées du centre de l'Europe. Les résultats du tableau 7 peuvent être mis en relation avec la région forestière afin de comprendre la sélection des essences. Ainsi, le *Machault* construit dans les environs présumés de Bayonne et *La Belle* dans les forêts environnantes de Rochefort se situent dans la zone optimale de croissance du chêne. Puisque la ressource est abondante, il est facile

pour les charpentiers de trouver les pièces nécessaires à la construction sans avoir à recourir à d'autres essences aux propriétés mécaniques moins favorables que le chêne.

Parmi les autres espèces se retrouvent l'orme et le hêtre pour la quille (Newport, *Mary Rose* et *San Juan*), les bordages (*Dauphine* et *Aimable Grenot*) et les membrures (*Dauphine*). Fournissant de grands troncs droits, l'orme et le hêtre possèdent de bonnes qualités mécaniques. Ces deux espèces ont une distribution géographique large qui couvre l'ensemble de l'Europe méditerranéenne dans les plaines (Pomey et Guibal 2002 : 95). On retrouve cependant peu de hêtre dans le sud de l'Europe et les hêtres en France se situent dans les régions du nord et du nord-ouest. Quant à la présence de châtaignier pour les membrures de l'épave Arade 1, cette essence d'arbre est commune dans le pourtour méditerranéen de l'Europe. Toutefois, les études de dendroprovenance menées sur les vestiges d'Arade 1 ont pointé vers la région de la Loire comme origine forestière des pièces de chêne et de châtaignier. Puisque seulement deux membrures ont été construites en châtaignier, les auteurs n'excluent pas la possibilité d'une réparation. Il s'agirait alors d'une exploitation opportuniste des ressources plutôt que planifiée (Delmas *et al.* 2013 : 132-133).

Il y a donc un certain lien à faire entre l'origine géographique du navire et les essences utilisées pour sa réalisation. Afin de limiter les coûts, les charpentiers font généralement appel aux forêts situées près des chantiers ou en amont sur le même fleuve, mais il arrive que l'on doive procéder à l'importation de bois comme c'est le cas pour la mâture. Ainsi, il est probable que pour les navires, tels que celui de Newport, le *Mary Rose* ou le *San Juan*, l'environnement forestier à proximité ne puisse fournir des pièces de chêne adéquates pour la quille et que les charpentiers se soient tournés vers d'autres essences locales, comme l'orme ou le hêtre.

Ainsi, malgré une légère variabilité concernant les essences utilisées pour certaines épaves, le *Machault* s'inscrit dans la lignée de l'ensemble des navires européens de la façade atlantique. Les investisseurs liés à la construction du *Machault* semblent donc avoir eu un accès important à cette ressource forestière, car ils n'ont pas eu recours à d'autres types de bois pour les pièces principales du navire.

4.1.3 Estimation de cernes manquants

L'analyse dendrochronologique menée sur les bois du *Machault* a permis de dater le dernier cerne en présence sur 11 pièces architecturales (tableau 8). Rappelons que la date obtenue n'est pas celle de l'abattage de l'arbre, car l'écorce est absente sur chacune des pièces. La seule pièce présentant de l'aubier est la quille dont le dernier cerne a été formé en 1754. Toutes les dates sont donc *post-quem*, c'est-à-dire des dates à partir desquelles les arbres ont pu être coupés. Puisque l'année de lancement du navire, en 1757, est connue, les bois ont vraisemblablement été abattus jusqu'à trois ans auparavant selon les informations obtenues par la dendrochronologie.

| Pièce | Provenance | Nombre de cernes mesurés | Nombre de cernes non mesurés | Nombre de cernes | Cernes d'aubier | Cœur/ Écorce/ Cambium | Datation |
|-------|------------|--------------------------|------------------------------|------------------|-----------------|-----------------------|-------------|
| 2M_12 | Quille | 51 | 1 | 52 | 30 | Cœur | 1702-1753 |
| 2M_10 | Membrure | 46 | 6 | 42 | Non | Cœur | 1694-1745 |
| 2M_08 | Inconnu | 35 | 3 | 38 | Non | Cœur | 1705-1742 |
| 2M_02 | Membrure | 33 | ~5 | 38 | Non | Non | 1699- ~1736 |
| 2M_09 | Inconnu | 42 | ~10 | 52 | Non | Non | 1684- ~1735 |
| 2M_07 | Inconnu | 51 | 0 | 51 | Non | Non | 1685-1735 |
| 2M_11 | Membrure | 30 | 2 | 32 | Non | Non | 1699-1730 |
| 2M_01 | Membrure | 56 | 4 | 60 | Non | Cœur | 1663-1722 |
| 2M_03 | Membrure | 53 | ~15 | 68 | Non | Non | 1653- ~1720 |
| 2M_04 | Planche | 53 | ~5 | 58 | Non | Non | 1658- ~1715 |
| 2M_05 | Planche | 38 | 2 | 40 | Non | Cœur | 1676-1715 |

Tableau 8 – Récapitulatif des résultats de datation dendrochronologique, organisé selon le dernier cerne daté.

Les pièces archéologiques de chêne ont régulièrement été équarries et ainsi privées d'un certain nombre de cernes d'aubier, voire de la totalité. L'aubier étant exposé au pourrissement et aux attaques d'insectes, les charpentiers l'ôtaient sur les pièces destinées à la construction navale. Ainsi, les méthodes d'estimation de l'aubier sont nécessaires pour permettre d'estimer la date d'abattage des arbres. Cependant, si l'on souhaite connaître l'âge de l'arbre, il faut aussi s'intéresser aux cernes qui pourraient avoir disparu vers le cœur de l'arbre.

4.1.3.1 Les cernes manquants en périphérie

Des études ont été menées afin de déterminer le nombre de cernes d'aubier qui sont normalement présents sur la périphérie du tronc du chêne (Baillie 1982 : 55; Eckstein 1984 24; Hillam 1987 : 168). On évalue que le chêne adulte, entre 40 et 140 ans, crée de 2 à 38 cernes d'aubier en moyenne sur le centre territoire français dans 95% des arbres étudiés (Lavier 2014 : 3, Lambert *et al.* 2011 : 15). Cette estimation est basée sur plus d'un millier de pièces possédant l'écorce (Catherine Lavier, communication personnelle, 2014). Cependant, chaque arbre réagit différemment aux conditions qui l'entourent et deux individus voisins ayant commencé à croître la même année peuvent produire une quantité différente d'aubier. En outre, le nombre de cernes d'aubier varie selon l'âge de l'arbre (Lavier 2014 : 3). Ainsi, un jeune arbre (moins de 40 ans) peut être composé entièrement d'aubier, tandis qu'un arbre vieillissant (plus de 80 ans) tend à en perdre.

À cette estimation basée sur des facteurs naturels, s'ajoute une seconde estimation de cernes manquants basée sur des facteurs anthropiques. En effet, Béatrice Szeptertyski, dendrochronologue, a formulé une « hypothèse d'enlèvement minimal » pour estimer le nombre de cernes ôtés par les charpentiers soucieux de la durabilité des pièces (Szeptertyski 1999). Cette hypothèse s'appuie sur le constat que les charpentiers ôtaient systématiquement l'aubier lorsqu'ils équarissaient une pièce à l'aide d'outils tranchants comme l'herminette et la hache. En effet, les cernes d'aubier sont plus sujets au pourrissement et leur présence réduit la durabilité de la pièce. Ensuite, Szeptertyski propose que le charpentier cherchait le tronc ayant les dimensions les plus proches de celles de la pièce à confection, afin de réduire le travail d'enlèvement et la perte de matière, mais en tenant compte de l'enlèvement des cernes d'aubier. Cette hypothèse permet de proposer que l'aubier disparu commençait près du dernier cerne en présence, particulièrement à des limites d'arête, c'est-à-dire aux angles extrêmes de la pièce finie. Szeptertyski propose donc qu'en limite d'arête, lorsque tout l'aubier est absent, il ne manque que très peu de bois de duramen et elle estime que jusqu'à 10 cernes de duramen peuvent être manquants. Il s'agit donc d'ajouter jusqu'à 10 cernes de duramen à l'estimation de 2 à 38 cernes d'aubier pour estimer le nombre de cernes manquants à une pièce de chêne équarrie. Le dernier cerne en présence peut donc se situer de 2 et 48 ans avant la date d'abattage

selon l'estimation du nombre de cernes d'aubier et l'hypothèse d'enlèvement minimal (Figure 52).

Dans son rapport de la dendrochronologie du *Machault*, Catherine Lavier mentionne que le bois ayant servi à la construction du navire pourrait avoir été abattu à partir de 1754 et avant 1757, date de lancement de la frégate. Ainsi, d'après les résultats dendrochronologiques, il est possible d'estimer que, pour les pièces du *Machault*, il peut manquer de 1 à 42 cernes afin d'atteindre l'intervalle de 1754-1757. La figure 53 montre la répartition des pièces selon la date du dernier cerne en présence et permet d'observer l'écart entre ce cerne et la date présumée d'abattage.

Constatons d'abord que les planches semblent être les pièces où l'écart entre le dernier cerne en présence et la date présumée d'abattage est le plus important. Sur les deux planches, le dernier cerne date de 1715, et donc l'écart jusqu'à 1754-1757 va de 39 à 42 cernes. Ce résultat correspond assez bien au nombre théorique de 2 à 48 cernes manquants. Cependant, il s'agit de pièces sciées et non pas équarries, et on ne peut pas appliquer l'hypothèse d'enlèvement minimal : d'autres considérations devront être prises en compte. Quant aux membrures, elles montrent un écart plus variable entre le dernier cerne en présence et la date présumée d'abattage (de 9 à 37 cernes). Cet écart correspond cependant aussi au nombre théorique de 2 à 48 cernes manquants, et ce résultat semble valider l'hypothèse d'enlèvement minimal. Les pièces de fonction inconnue s'apparentent ici aux pièces de membrures en termes du nombre de cernes manquants en périphérie.

Nous avons relié cette analyse à nos données sur les traces d'outils identifiés sur les pièces du *Machault*. Les planches n'ont pas été débitées à la main, mais plutôt à la scie mécanique. Le processus est mécanisé et ne possède pas le jugement humain nécessaire pour déterminer la quantité minimale de bois à enlever. Un nombre plus ou moins variable de cernes, aubier ou duramen, aurait été ainsi enlevé des planches. Les pièces courbes ne pouvant être débitées à la scie vu leur forme, elles ont été façonnées à la hache et à l'herminette ce qui peut expliquer un nombre de cernes manquants plus cohérent avec le modèle théorique. Il y a eu donc deux modes de débitage pour les pièces du *Machault* qui enlèvent des cernes en périphérie :

celui mécanique pour les planches qui enlève 40,5 cernes en moyenne et le débitage manuel des pièces courbe qui retire en moyenne 23 cernes, soit de 9 à 37 cernes selon les pièces individuelles.

4.1.3.2 Les cernes manquants au centre de l'arbre

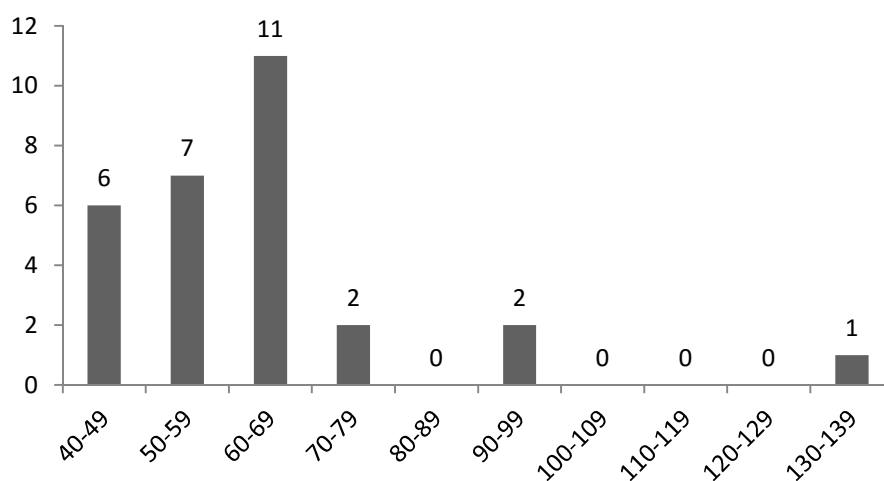
Il n'y a pas que la périphérie qui souffre d'un manque de cernes, car, pour les pièces débitées à la scie, le cœur de l'arbre peut être aussi absent. Pour estimer le nombre de cernes manquants, nous devons premièrement considérer le type de débitage. En effet, trois types de débitage ont été observés sur les planches du *Machault* : dosse, faux quartier et quartier, lesquels se distinguent entre autres par la présence ou la proximité du cœur.

Le débitage sur dosse, trouvé sur 18,42% des planches, est celui qui se trouve le plus éloigné du cœur et qui contient le moins de cernes, puisque la pièce se situe de façon perpendiculaire aux rayons (Figure 23). Au vu de la position des pièces sciées sur dosse à l'intérieur de l'arbre, il a été estimé que le nombre de cernes manquant au cœur est égal au nombre cernes présents ($n + 100\%$). Quant au type de débitage sur faux-quartier, 13,15% des individus, on observe une plus grande proximité au cœur de l'arbre, ce qui amène à estimer que les cernes manquants sont égaux à environ la moitié des cernes présents ($n + 50\%$). Enfin, les pièces débitées sur quartier, 68,43% des pièces, possèdent le cœur, et donc il n'y a aucun cerne manquant.

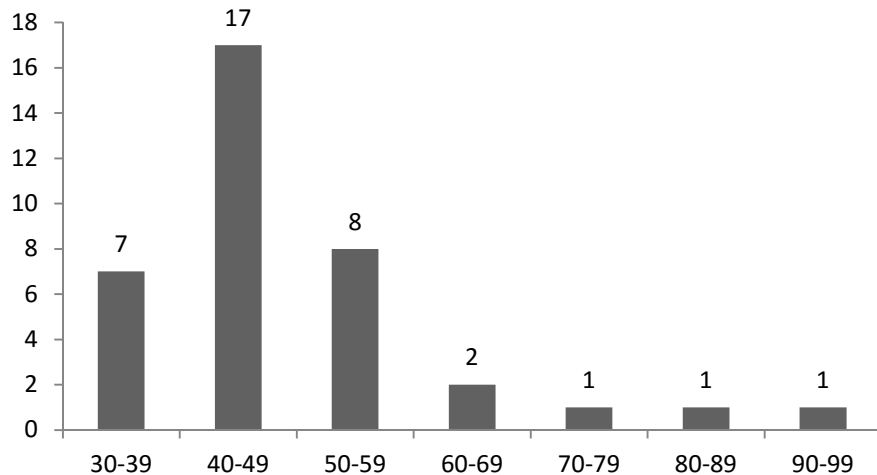
Ainsi, selon le nombre de cernes en présence et le type de débitage, nous avons ajouté de 8 à 49 cernes aux planches de façon individuelles, en direction du cœur de l'arbre. En ce qui concerne les pièces courbes de la membrure, nous avons ajouté l'équivalent de 10% des cernes en présence, pour les pièces débitées selon le type dosse. Le nombre de cernes manquants est moindre, car le débitage pour pièce courbe conserve plus de cernes que le débitage dosse pour une planche. Sur les autres types de débitage des membrures ayant conservé le cœur, il n'y a aucun cerne manquant (Figure 24). Ces ajouts de cernes en périphérie et au cœur de l'arbre permettent enfin d'estimer l'âge réel des arbres au moment de leur abattage. Ce sont des ajouts hypothétiques et de nouvelles analyses portant sur un nombre plus important de pièces et d'épaves seront nécessaires pour affiner ces estimations.

4.1.3.3 L'âge des arbres et la fonction des pièces

Un total de 29 planches et 37 pièces courbes ont ainsi été considérés. Le nombre de pièces sur lesquelles cette analyse a pu être menée est moindre que le nombre présent dans la section 3.2.3 du chapitre 3, car nous pouvions considérer seulement les pièces dont le débitage et le nombre de cernes étaient connus (annexe 4). Pour les planches, une moyenne de 40,5 cernes a été ajoutée pour les cernes manquants en périphérie d'après les estimations obtenues par la datation dendrochronologique. Pour les cernes manquants au cœur, le nombre ajouté individuellement varie entre 14 à 49 cernes selon le type de débitage. Les planches atteignent ainsi une moyenne de 66,9 ans. En ce qui concerne les pièces courbes, une moyenne de 23 cernes a été ajoutée pour la périphérie d'après les estimations, et de 2 à 5 cernes pour les cernes au cœur selon le type de débitage. Les pièces courbes ont ainsi une moyenne de 49,9 années et se répartissent dans différentes catégories d'âges (graphiques 3 et 4).



Graphique 3 – Regroupement de 29 planches en groupes d'âge estimés d'après les cernes présents et les estimations de cernes manquants en périphérie et au centre de l'arbre.



Graphique 4 – Regroupement de 37 membrures en groupes d'âge estimés d'après les cernes présents et les estimations de cernes manquants en périphérie et au centre de l'arbre

La lecture de ces graphiques nous indique que les planches et les membrures du *Machault* forment deux groupes distincts en termes de l'âge des pièces. Les 29 planches sont en moyennes plus âgées que les membrures avec une moyenne de 66,9 ans et l'un des échantillons atteint même l'âge estimé de 138 ans. Les 37 membrures forment un groupe plus jeune que les planches avec une moyenne de 50,2 ans, mais comportent tout de même des individus beaucoup plus âgés que la moyenne (83 et 91 ans).

La vieillesse de certaines pièces détonne par rapport aux autres âges estimés et pourrait montrer une récolte opportuniste de quelques pièces jugées parfaites pour la construction navale, mais ne provenant pas des aires de forêts cultivées. Si on enlève les trois individus les plus âgés, la moyenne des planches descend à 61,6 cernes et pour les courbes à 46,9 ans. L'identification de deux groupes d'âge distincts entre les planches et les éléments de membrure, typiquement de 61,6 et de 46,9 ans respectivement, renvoient à deux types de sélection différents en termes d'arbres requis selon la fonction architecturale pressentie. Ce résultat sera approfondi et mis en relation avec les autres résultats d'analyse dans le prochain chapitre.

4.1.4 L'adéquation morphologique des pièces

Au chapitre précédent, la forme des arbres a été observée selon deux critères distincts : le fil du bois et le mode de débitage des pièces de membrure. L'examen du fil du bois a montré que 93,3 % des pièces ont reçu une notation A (42,2 %) ou B (51,1 %). Rappelons que le fil du bois A est considéré comme étant parfait, B avec quelques déviations et C comme étant de qualité médiocre avec une déviation importante. Très peu de nœuds ont été observés et aucune trace de branche n'a été relevée.

Une telle étude a déjà été menée sur les bateaux plats de Québec où Charles Dagneau a constaté que dans près de 75 % des cas, le fil naturel du bois des membrures déviait par rapport à la forme finale de la pièce. Jusqu'à 20 % des membrures voyaient leur résistance visiblement affaiblie par cette déviation (Dagneau 2004 : 284-286). Couplé aux résultats de l'analyse des arbres utilisés, Dagneau avait conclu que les pièces provenaient de forêts naturelles, mais avaient fait l'objet d'un choix par les charpentiers en fonction de la courbe voulue (Dagneau 2002 : 31). Dans le cas de l'épave basque du San Juan (vers 1565) et celle présumée basque de Cavalaire-sur-Mer (vers 1479), les pièces finies suivaient de très près la forme naturelle de l'arbre ce qui, avec l'âge très homogène des arbres suggéraient que le bois provenait d'une forêt cultivée ou gérée (Loewen et Delhay 2003 : 102 ; Loewen 2000 : 145). Entre les deux situations, les bois du *Machault* semblent tendre vers l'hypothèse d'une forêt cultivée ou à tout le moins gérée à des fins de construction navale. C'est également ce que suggère l'âge des arbres utilisés pour la construction du navire.

L'adéquation morphologique entre l'arbre et la pièce finie s'observe également dans l'usage généralisé d'une section entière d'un arbre pour une pièce. Presque toutes les pièces courbes observées présentent le cœur à l'une des deux extrémités ou alors une proximité importante avec celui-ci dans le cas des débitages du faux-quartier. Seules deux pièces ne présentaient aucune proximité avec le cœur. Même à travers le façonnage des pièces, le charpentier cherchait à tirer le maximum de la ressource forestière afin d'assurer la qualité du navire.

4.1.5 Bilan

Une telle qualité dans les pièces du navire amène à penser que les constructeurs du *Machault* ont eu accès à des ressources idéales de chêne. Une sélection volontaire des individus de meilleure qualité a été exercée et peut-être même aussi un contrôle humain sur les arbres afin de les manipuler pour obtenir les formes voulues. L'idée que la croissance des arbres soit influencée et forcée afin d'acquérir des pièces de navire a été explorée par différents auteurs qui ont émis cette hypothèse afin d'expliquer la qualité des pièces retrouvées sur les épaves étudiées (Carrell 2003; Loewen 2000, 2007c; Loewen et Delhay 2003).

Des études archéologiques ont déjà démontré que les bois composant un navire peuvent refléter une sélection homogène ou hétérogène. Par exemple, l'épave du *San Juan* a révélé une homogénéité dans l'âge des pièces selon leurs catégories fonctionnelles. Les planches avaient de 80 à 150 ans alors que les membrures avaient de 36 à 40 ans. Il existait une proche adéquation entre la courbe de la pièce et celle de l'arbre, ainsi qu'une correspondance serrée entre avec le diamètre de l'arbre et celui de la pièce produite. Ces facteurs ont été interprétés comme la possibilité d'avoir un accès à des ressources idéales dans les forêts basques du XVI^e siècle, riches en chênes. Brad Loewen (2007c) en conclut que ces forêts étaient cultivées afin de répondre aux besoins de chaque projet de construction navale. Une conclusion similaire a été tirée des analyses des pièces de l'épave de Cavalaire-sur-mer (Loewen et Delhay 2003 : 103). Les varangues avaient cependant reflété un approvisionnement plus opportuniste en présentant des pièces d'âges variés (de 80 à 140 ans).

Pour l'épave de *La Belle*, un navire construit à Rochefort en 1684 et échoué au Texas deux ans plus tard, l'analyse par Toni Carrell a révélé un portrait tout autre. Tout d'abord, l'application de l'hypothèse de l'enlèvement minimal, l'estimation des cernes manquants en périphérie et l'estimation des cernes manquants au centre de l'arbre ont permis d'ajouter de 16 à 50 cernes sur les différentes pièces échantillonnées. Les individus se situent ainsi entre 60 et plus de 160 ans. Le décompte a été réalisé sur différentes pièces de la membrure du navire. Il y a cependant une concentration importante, soit 57% des pièces dans la tranche de 90 à 120 ans (Carrell 2003 : 280). L'observation de l'adéquation morphologique entre la courbe naturelle de

l'arbre et celle de la pièce finie a suggéré l'emploi d'arbres moins courbés que les pièces finales. Dans le même ordre d'idées, la comparaison des diamètres naturels et finis de la pièce a démontré que plus de 50 % de la grume était enlevée pour obtenir la pièce finale. Carrell en conclut que les charpentiers de *La Belle* avaient accès à une ressource adéquate, mais non pas optimale. Les arbres n'auraient pas été abattus systématiquement, mais plutôt de façon non contrôlée au fur et à mesure de l'exploration d'une forêt d'arbres entièrement naturels (Carrell 2003 : 288).

Les données pour comprendre la forêt qui fournit les pièces de bois d'un navire sont donc nombreuses. En plus de déduire l'âge des arbres, il importe de mettre les âges en relation avec le rayon des arcs de cercle, la dimension des pièces et leur fonction dans le couple. En ce qui concerne l'épave du *Machault*, les résultats semblent indiquer que les bois pourraient avoir été obtenus dans une forêt gérée à des fins de construction navale, en particulier puisque les arbres étaient relativement jeunes au moment d'arriver aux dimensions nécessaires pour leur exploitation. Cependant, au regard des résultats obtenus des bois du *Machault*, l'homogénéité dans la distribution de l'âge des pièces de la membrure et des planches, de même que la présence d'un fil du bois considéré idéal pour la grande majorité des pièces font pencher la balance en faveur d'une forêt ayant possiblement subi une influence humaine certaine. Qui plus est, aucune branche n'a été observée sur l'ensemble des pièces courbes, indiquant que les branches excédentaires ont pu être élaguées avant de pouvoir se développer.

En résumé, l'analyse des données tirées des pièces de bois dresse un portrait inédit des pratiques forestières et de l'approvisionnement en bois de marine pour la région de Bayonne jusqu'aux années 1750. Façonnées d'arbres ayant en moyen de 46,9 à 61,6 ans selon la fonction, les pièces architecturales du *Machault* forment deux groupes distincts, quoique similaires, entre les planches et les membrures, ce qui pourrait laisser croire qu'ils proviennent d'une forêt cultivée. L'adéquation du fil du bois et l'absence de branche et de nœuds sur la quasi-totalité des pièces font pencher la balance en faveur de cette interprétation. Concernant l'origine des bois, les analyses n'ont pas permis d'identifier une forêt d'origine, mais le sud-ouest de la France ou les régions voisines de l'Espagne sont indiqués.

4.2 La conception architecturale du *Machault*

Deux types de données sur la conception architecturale ont été extraits des vestiges du *Machault* exposés au LHNC de la Bataille-de-la-Ristigouche. En premier lieu, il y a les dimensions du navire obtenues à partir des vestiges archéologiques et des notes de fouilles. Dans cette section, les proportions seront comparées aux traités historiques du XVIII^e siècle, mais aussi aux frégates de la même période connues par les sources historiques. Cette comparaison situera le *Machault* dans son contexte historique. En second lieu, des données concernant la conception architecturale des formes courbes à partir de l'observation du couple 1 des vestiges exposés ont été récoltées. Ces informations vont permettre d'éclairer la technique utilisée pour la conception du navire et nous aiguillent vers une conception architecturale traditionnelle ou plus moderne, voire scientifique.

4.2.1 Le *Machault* et les traités historiques du XVIII^e siècle

L'analyse des dimensions et proportions du *Machault* va permettre d'identifier les spécificités de la frégate bayonnaise et de la situer par rapport à d'autres frégates de son époque. Les proportions archéologiques du *Machault* sont ici comparées à celles proposées par quatre traités de construction navale du XVIII^e siècle. Ces traités sont ceux de La Madelaine (dans Rieth 1996), de Blaise Ollivier (1736), de Pierre Bouguer (1746) et de Henri-Louis Duhamel du Monceau (1757). Il s'agit tous d'ouvrages théoriques qui offrent des dimensions et proportions idéales pour la conception d'un navire de guerre de taille similaire au *Machault*. Ce sont les mesures archéologiques qui ont été utilisées comme base aux calculs énoncés par les différents auteurs.

À ces traités historiques, le devis de construction de 1757 (annexe 2) a été ajouté. Rappelons qu'il s'agit vraisemblablement du devis du *Maréchal de Senneterre* ayant accompagné le *Machault* à Québec en 1759. Ce navire a été également construit en 1757 sur le chantier de Bayonne selon les plans de l'architecte Geoffroy. Il est donc plausible que le *Machault* fut conçu de façon semblable, puisqu'il s'agit du même chantier et du même architecte (Proulx 1979 : 2). Les dimensions présentées dans la colonne du devis proviennent donc entièrement du document d'archives.

Les dimensions archéologiques utilisées sont celles présentées dans la section 3.3.1 dont voici un récapitulatif. La longueur retenue pour la quille portant sur terre est de 34,3 mètres et provient du plan de fouille de l'épave. La seconde dimension retenue est la longueur totale du navire soit 38,7 mètres et cette donnée provient d'un document rapportant les dimensions structurales prises lors de plongées (Parcs Canada 1970). Ces deux données ont servi de valeur de référence. Les différents traités utilisent la longueur totale du navire et parfois la longueur de la quille comme mesure de base pour calculer toutes les autres dimensions (Duhamel Du Monceau 1757 : 2; Ollivier 1837 : 284). Il s'agit généralement de la seule donnée précise qu'ils donnent, les autres mesures étant exprimées en termes de proportions par rapport à d'autres structures dont les dimensions ont été préalablement déterminées. Il a été jugé plus pertinent d'utiliser la même mesure de base pour tous les traités historiques afin d'assurer une cohésion et une base commune : une quille de 38,4 mètres.

Quant à la largeur au maître-bau et au creux, les dimensions du *Machault* proviennent du relevé effectué au LHNC de la Bataille-de-la-Ristigouche en 2012. Le creux a été déterminé à 4,45 mètres et la largeur au maître-bau à 9,7 mètres. Enfin, les dimensions liées à l'étrave et l'étambot ont été déterminées à partir des relevés archéologiques de Parcs Canada. L'élancement à l'étrave est de 5,18 mètres et sa hauteur de 5,6 mètres. La quête de l'étambot est de 0,91 mètre. L'étambot étant brisé dans sa partie supérieure, il n'est pas possible de déterminer sa hauteur totale.

Les traités historiques présentent les dimensions en pieds français (1 pied = 32,48 cm), alors celles-ci ont été transposées au système métrique actuel. Par la suite, quatre types de ratios ont été calculés : la longueur totale : largeur : creux où une valeur arbitraire a été donnée à la largeur comme référence (la longueur totale est comprise entre le haut de l'étambot et le haut de l'étrave à leur plus grande séparation). Les trois autres ratios sont aussi en lien avec la longueur totale : largeur : longueur, creux : longueur et élancement : longueur. Ces proportions forment la base de tous les traités historiques de construction consultés. Il s'agit des ratios nécessaires pour évaluer les formes d'un navire.

| Structure | Données archéologiques | M. de la Madeleine (1712) | Ollivier (1736) | Bouguer (1747) | Duhamel du Monceau (1752) | Devis de construction (1757) |
|----------------------------------------------|------------------------|---------------------------|-----------------|----------------|---------------------------|------------------------------|
| Longueur totale du navire (étrave à étambot) | 38, 7 | 38, 7 | 38, 7 | 38, 7 | 38, 7 | 36,3 |
| Quille portant sur terre | 34,3 | 34,3 | 34,3 | 34,3 | 34,3 | - |
| Creux | 4, 45 | 4, 83 | 4, 9 | 5,8 | 5, 4 à 5, 5 | 5,5 |
| Largeur du maître-bau | 9, 7 | 10, 9 | 10, 8 | 12,9 | 10, 8 | 10,55 |
| Élancement de l'étrave | 5, 18 | 4, 83 | 4, 22 | 5,14 | 4,83 | 4,5 |
| Hauteur de l'étrave | 5, 6 | - | - | 10,31 | ~ 8 | - |
| Quête de l'étambot | 0, 91 | 1, 21 | 0, 7 à 1 | 1,28 | 1,2 | 2,9 |
| Ratio | | | | | | |
| Longueur/Largeur/Creux | 8 : 2 : 1 | 7 : 2 : 0, 8 | 7 : 2 : 0, 9 | 6 : 2 : 0,9 | 7 : 2 : 1 | 7 : 2 : 1 |
| Largeur / Longueur | 1 : 4 | 1 : 3,5 | 1 : 3,6 | 1 : 3,2 | 1 : 3,6 | 1 : 3,5 |
| Creux / Longueur | 1 : 8,7 | 1 : 8 | 1 : 7,9 | 1 : 6,7 | 1 : 7 à 1 : 7,2 | 1 : 6,6 |
| Élancement / Longueur | 1 : 7,5 | 1 : 8 | 1 : 9,2 | 1 : 7,5 | 1 : 8 | 1 : 8 |

Tableau 9 – Dimensions théoriques issus des traités historiques et les dimensions archéologiques du *Machault* exprimées en mètres.

Plusieurs informations peuvent être tirées de l'observation de ce tableau. Premièrement, le *Machault* a une proportion largeur : longueur plus petite que les traités théoriques, rendant sa carène plus effilée avec un ratio de 1 : 4 contre 1 : 3,2 à 1 : 3,6 chez les traités et le devis de construction. Le même constat peut être fait quant au ratio entre le creux et la longueur totale du navire, où le *Machault* est à l'extrême le moins creux sur l'échelle allant de 1 : 6,7 à 1 : 8,7. La frégate apparaît ainsi plus fine que ce que les traités de l'époque suggèrent et que le devis de construction du présumé *Maréchal de Senneterre*. En ce qui concerne le ratio entre l'élancement de l'étrave et la longueur totale, le *Machault* et la frégate de Pierre Bouguer sont les plus élancés à 1 : 7,5.

Il faut noter que les traités de construction sont des outils théoriques, et ne correspondent à aucun navire en particulier. Les dimensions et proportions qu'ils proposent reflètent donc un idéal, et il est intéressant de voir comment le constructeur du *Machault* a appliqué les connaissances de son époque. Aux dires de Duhamel du Monceau, le charpentier se permet de

déroger plus ou moins des proportions proposées par les devis soumis : « d'autant qu'on ne peut guère donner de règles justes sur ces sortes de dimensions parce que les constructeurs sont forcés de s'écarter de l'usage le plus ordinaire, suivant les circonstances » (Duhamel du Monceau 1752 : 2). L'observation de ce tableau permet de situer le *Machault* dans son époque. Ainsi, sans déroger complètement des traités historiques, le *Machault* apparaît comme un navire plus fin et possédant un élancement de l'étrave plus prononcé que ce que les traités historiques et le devis analysés démontrent. La frégate bayonnaise est moins creuse et moins large au maître couple que ce que les traités et devis historiques suggèrent.

Il est intéressant de noter les différences entre les données archéologiques du *Machault* et celles de son présumé jumeau, le *Maréchal de Senneterre*. On peut s'interroger sur cette notion de gémellité, peut-être étaient-ils semblables, mais non pas identiques ; peut-être aussi étaient-ils conçus comme des jumeaux, mais construits par des charpentiers différents selon leur expérience ? Un mémoire de maîtrise, en cours de rédaction lors de l'écriture de ces lignes, par un étudiant de l'Université de Montréal porte sur une épave soupçonnée d'être le *Maréchal de Senneterre*. Les données et analyses n'étant pas encore complétées, il nous est actuellement difficile d'avancer des hypothèses quant aux différences et ressemblances potentielles entre le *Machault* et cette épave. Nous espérons pouvoir parvenir à une meilleure compréhension des vestiges de ces deux navires dans les prochaines années.

4.2.2 Dimensions et proportions du Machault et des frégates du XVIII^e siècle.

Un second tableau comparatif des proportions et dimensions a été élaboré afin de comparer le *Machault* à d'autres frégates construites à la même époque, lesquelles sont connues grâce à divers documents historiques (tableau 10). Les frégates utilisées à titre comparatif sont de deux natures. Le premier groupe est constitué de navires connus archéologiquement. Tout d'abord, nous avons considéré pour cet exercice les frégates d'origine française afin d'éliminer les paramètres régionaux pouvant opérer entre les différentes traditions européennes et nous avons restreint notre échantillonnage aux frégates du 18^e siècle afin de rester cohérents en termes de temporalité. Les dimensions archéologiques n'étant pas complètes pour l'épave du supposé *Maréchal de Senneterre*, il nous a été impossible de les ajouter à ce tableau. Enfin, l'épave de la *Dauphine* et de l'*Aimable Grenot*, également connue sous le nom de la Natière I et la

Natière II, ont été ajoutée. Il s'agit des seuls exemples archéologiques utilisés pour cette analyse. En ce qui concerne les dimensions de l'*Aimable Grenot*, d'après les informations fournies par Élisabeth Veyrat, archéologue et co-directrice du chantier de la Natière, certaines données manquent encore et il n'est pas possible de pouvoir reconstituer les formes de la frégate pour le moment. Seules la largeur et la longueur maximale du navire sont ainsi disponibles (Veyrat, communication personnelle 2016).

Le deuxième type de navires utilisés pour la comparaison sont ceux connus par les archives et construits sur les grands arsenaux français de l'époque par des constructeurs expérimentés. À ces navires, nous avons à nouveau ajouté le devis de 1757 du présumé *Maréchal de Senneterre*. Pour les données issues des archives, il nous a été possible de ne retenir que les frégates portant des canons de 12 livres.

Les navires ont été classés selon leur longueur et l'on peut constater d'ores et déjà que le *Machault* est le plus court de tous; il est également parmi les plus petits avec seulement 24 canons de 12 livres. La longueur représente la longueur totale du navire et la largeur est celle retrouvée au maître-couple. Il en va de même pour le creux; il s'agit de celui situé au maître-couple. La dernière colonne représente le ratio entre la longueur, la largeur et le creux du navire. Afin d'avoir une unité de référence commune, une valeur arbitraire de 2 a été donnée à la largeur. Ces proportions sont les premières déterminées lors de la construction d'un navire et vont influencer l'ensemble des autres dimensions du navire.

| Navire | Année | Lieu | Constructeur | Nb de canons de 12 livres | Longueur (m) | Largeur (m) | Creux (m) | Proportions |
|---------------------------------------|-----------|-----------|------------------------|---------------------------|--------------|-------------|-----------|---------------|
| <i>La Danae</i> | 1755 | Le Havre | J.J. Ginoux | 30 | 49,53 | 11,87 | 6,17 | 8,3 : 2 : 1,8 |
| <i>Terpsichore</i> | 1762 | Nantes | A. Groignard | 30 | 47,34 | 11,2 | 5,68 | 8,5 : 2 : 1 |
| <i>La Renommée</i> | 1767 | Brest | A. Groignard | 30 | 47,1 | 11,04 | 5,73 | 8,5 : 2 : 1 |
| <i>Atalante</i> | 1767 | Toulon | J.M.-B Coulomb | 24 | 44,5 | 11,52 | 5,76 | 7,6 : 2 : 1 |
| <i>La chimère</i> | 1757 | Toulon | J.M.-B Coulomb | - | 44,17 | 11,54 | 5,68 | 7,7 : 2 : 1 |
| <i>Engageante</i> | 1766 | Toulon | J.F Étienne | - | 43,52 | 11,46 | 5,8 | 7,6 : 2 : 1 |
| <i>Indiscrète</i> | 1766 | Nantes | Raffeau | 28 | 42,22 | 10,72 | 5,35 | 7,8 : 2 : 1 |
| <i>Sensible</i> | 1766 | Nantes | Raffey | 28 | 42,22 | 10,72 | 5,35 | 7,8 : 2 : 1 |
| <i>Hermione</i> | 1748 | Rochefort | Pierre Morineau | 26 | 41,41 | 10,93 | 4,43 | 7,6 : 2 : 0,8 |
| Frégate typique selon Blaise Ollivier | 1740-1743 | - | - | 30 | 41,25 | 10,71 | 4,67 | 7,7 : 2 : 0,9 |
| <i>La Gracieuse</i> | 1750 | Toulon | J.-V. Chapelle | 24 | 40,28 | 10,6 | 5,29 | 7,6 : 2 : 1 |
| <i>L'Aimable Grenot</i> | 1757 | Granville | Leonore Courave Duparc | - | 39 | 11,50 | - | 6,8 : 2 : ? |
| <i>Le Machault</i> | 1757 | Bayonne | Geoffroy | 24 | 38,7 | 9,7 | 4,47 | 8 : 2 : 1 |
| Présumé <i>Maréchal de Senneterre</i> | 1757 | Bayonne | Geoffroy | 24 | 36,3 | 10,55 | 5,5 | 6,8 : 2 : 1 |
| <i>La Dauphine</i> | 1704 | Le Havre | - | - | 33,77 | 8,92 | 4,55 | 7,6 : 2 : 1 |

Tableau 10 – Dimensions des frégates du XVIII^e siècle issues des archives comparées aux dimensions archéologiques du *Machault*.

Sur la base de ce tableau comparatif, constatons que le *Machault* est plus petit que les autres frégates du XVIII^e siècle, à l'exception du devis du présumé *Maréchal de Senneterre* qui est plus court. La taille des frégates n'étant pas fixe à cette époque, cette variation n'est peut-être pas significative. Cependant, les proportions entre la longueur, la largeur et le creux des navires démontrent que l'ensemble des frégates forme un groupe relativement cohérent.

4.2.3 Méthode de conception architecturale du maître-couple

Le relevé du couple exposé à Ristigouche a permis de déceler la présence d'arcs de cercle tangentiels dans sa conception d'origine. Selon l'analyse de ce relevé, la longueur du plat* est

de 5,5 pieds français tandis que l'arc du bouchain possède un rayon de 6 pieds et s'approche de la jonction de la mi-varangue avec la première allonge.

L'arc du genou a un rayon de 20 pieds. Il débute à la moitié du genou et s'arrête environ à la jonction entre la deuxième et quatrième allonge. L'arc du fort possède un rayon de 8 pieds qui correspond plus ou moins à la quatrième allonge (Figure 54 et Figure 55). On constate cependant une rupture sur l'arc du genou : elle est encadrée sur les figures. Il s'agit de l'endroit où s'aboutent la première et troisième allonge du couple 1. En l'occurrence, lors de la reconstruction des vestiges, cet endroit est celui où se joignent la section supérieure et la section inférieure de la reconstitution. Cette anomalie pourrait donc être liée à l'assemblage des vestiges. Cependant, le reste du couple ne semble pas être profondément perturbé. Premièrement, les pièces ont été prélevées dans la même section du navire, et donc la reconstitution ne mélange pas des pièces tirées de diverses parties du navire. Deuxièmement, les premiers couples situés près du maître-couple montrent normalement peu de variation dans leur forme géométrique. Troisièmement, la présence de broches transversales à travers la première et la deuxième allonge puis à travers la troisième et la quatrième allonge indique que, même si le couple a été remonté en deux sections, chacune de ces sections est cohérente en elle-même. Enfin, il est invraisemblable qu'un tel système d'arcs tangentiels ait été retrouvé si la portion de carène exposée avait été totalement déstructurée.

Nous avons mené une analyse comparative du maître-couple du *Machault* avec ceux des frégates historiques dont les plans sont disponibles, afin de voir si des arcs de cercle peuvent également être détectés. Les frégates sont l'*Hermione* (construite à 1748 à Rochefort), la *Gracieuse* (1750 à Toulon), l'*Engageante* (1766 à Toulon), la *Sensible* (1766 à Nantes) et l'*Atalante* (1767 à Toulon) (tableau 10). Ces frégates ont été documentées par Jean Boudriot dans son ouvrage sur l'histoire des frégates et les plans de conception sont présentés pour certaines d'entre elles (Boudriot 1992). Tout comme pour le couple 1 du *Machault*, des arcs de cercle ont été dessinés sur du papier calque, à raison d'un rayon égal à un pied français selon l'échelle disponible sur le plan. Ces arcs de cercle ont ensuite été apposés sur le couple correspondant au maître-couple afin de déterminer s'il y a correspondance entre le couple et ces arcs de cercle superposés.

Les plans de l'*Hermione*, de l'*Engageante* et de la *Sensible* présente une suite d'arcs de cercle pour la conception du maître-couple (Figure 56). Les deux autres frégates, la *Gracieuse* et l'*Atalante* présentent des arcs de cercle au fort et au bouchain mais pas au genou. Aucune distinction géographique ou temporelle ne peut être faite entre les deux groupes de frégates. La présence d'arcs tangentiels ramène à une conception architecturale traditionnelle dite « géométrique ». Ainsi, il semble que la méthode traditionnelle soit toujours d'actualité sur les chantiers de construction du milieu du XVIII^e siècle, du moins pour la conception du maître-couple, même si Duhamel du Monceau considère inutile de présenter les anciennes techniques dans son ouvrage de 1758, car ce sont « des méthodes mécaniques et serviles, qu'ils ont mal à propos trop généralisées, ont produit toutes ces prétendues règles de proportion » (Duhamel du Monceau 1758 : 323).

La qualité des illustrations disponibles ne permet pas de documenter précisément l'évolution des couples de l'avant et l'arrière, ce qui aurait pu renseigner davantage sur les méthodes de conception architecturale employées. Il aurait alors été possible de voir si des modifications de type géométrique ont été apportées aux couples successifs. A priori, l'ensemble des frégates ne semble pas présenter de modification des couples avant et arrière. En effet, il est possible que la conception traditionnelle du maître-couple soit insérée dans un plan de projection « moderne », et que le gabariage des autres couples soit réalisé à partir de lisses. La rupture entre la tradition et l'innovation semble ainsi s'atténuer au profit d'un portrait plus ambigu et où les deux méthodes coexistent, peut-être au sein d'une même construction. Des analyses plus poussées s'avèrent nécessaires afin d'exploiter le filon des devis de construction et les méthodes de conception.

4.3 La charpenterie du *Machault*

Trois types de données reliés à l'aspect de la charpenterie du *Machault* ont été présentés dans le chapitre précédent. Ce sont des traces d'outils laissés dans le bois qui rendent compte des étapes pour débiter et préparer les pièces, l'assemblage des pièces et les fixations des pièces

architecturales. L'analyse de ces trois types d'informations donne accès à la séquence de construction du navire, c'est-à-dire l'ordre dans lequel les structures architecturales sont mises en place. Pour ce faire, il faut avancer pas à pas dans la progression du chantier et identifier la nature de chaque intervention. Cela permet d'identifier les différents corps de métier qui gravitent autour du chantier de construction.

4.3.1 La préparation des pièces et la mise en place du profil

Les traces d'outillage ont permis d'identifier les premières étapes dans l'assemblage des pièces architecturales du *Machault*. La présence de traces de scie mécanique renvoie au débitage des grumes pour en faire des planches du bordé et du vaigrage. Le sciage peut avoir eu lieu dans la forêt avant le transport des planches sur le chantier. La présence de scie mécanique n'est pas documentée à Bayonne et sa topographie plutôt plane se prête mal à des moulins hydrauliques. Pour les pièces courbes, celles-ci étaient, selon Blaise Ollivier, préparées en forêt pour éviter les coûts de transport inutiles, Il est donc plausible que les planches aient été préparées en forêt avant d'être acheminées en chantier. Cette hypothèse suppose que les maîtres-forestiers aient en main les dimensions nécessaires à la préparation des pièces; celles-ci étant donc dégauchies sur les faces de tour, mais non pas sur les faces externes et internes, laissant la tâche au charpentier de les gabarier selon les besoins du projet architectural.

La préparation des pièces a laissé des traces de hache sur les faces de tour des éléments de membrures. Utilisées pour le dégrossissage, les traces de hache ne figurent pas sur les faces interne et externe des pièces courbes, au profit des traces de l'herminette qui vient lisser les surfaces sur le chantier afin d'assurer leur courbure architecturale exacte. Cet usage de l'herminette comme outil de finition d'ajustement a été remarqué, entre autres, sur les varangues et les genoux du *San Juan*. La hache avait aussi été utilisée pour le travail de façonnage des pièces elles-mêmes (Bradley 2007 : 119).

Des données sont également disponibles quant à l'assemblage de l'étrave et de l'étambot. L'étrave du *Machault* est renforcée d'une contre-étrave qui la solidifie. Des broches traversent l'ensemble des pièces afin de rendre la structure cohérente et solide. Il n'est cependant pas possible d'analyser l'assemblage de l'étrave avec la quille, car cet endroit n'est pas visible dans

les structures remontées ou documentées. Les différents éléments de l'étambot sont à la fois cloués puis brochés pour former une structure cohérente. L'analyse de l'étambot souffre de la même situation que l'étrave et il n'est pas possible de pouvoir documenter son assemblage avec la quille à cet endroit.

4.3.2 La mise en place des membrures

Dans son ouvrage, Blaise Ollivier renseigne les étapes d'assemblage de la membrure. Les membrures du couple sont d'abord assemblées au sol et sont liées entre elles par les broches latérales. La varangue est généralement brochée avec le genou et la première allonge puis, séparément, la deuxième et la troisième allonge et, toujours séparément, la quatrième allonge avec l'allonge de revers. Le couple est donc séparé en trois parties. Les trous nécessaires sont réalisés afin de brocher les parties et terminer la liaison une fois les parties levées selon Ollivier. Lorsque les charpentiers installent les couples, ils placent sur la quille la partie inférieure de chaque couple, c'est-à-dire la varangue, le genou et la première allonge. Ils montent ensuite les allonges qui doivent achever le couple en introduisant les broches de fer dans les trous déjà pratiqués (Ollivier 1736 : 119).

On aperçoit sur les vestiges du *Machault* le talon entaillé de la varangue qui s'emboîte directement sur la quille et est fixée avec des broches transversales, visible sur la carlingue. Les broches latérales qui traversent les pièces 5 et 6 du couple 1 et les pièces 3 et 4 puis 5 et 6 du couple 6 témoignent de l'assemblage des pièces constitutives à l'aide des broches. Il n'est pas possible à ce stade d'affirmer ou d'infirmer la méthode décrite par Blaise Ollivier plus haut. La mise en place du bordé et des planches donnera cependant l'occasion de mieux appréhender la problématique.

4.3.3 Installation du bordé et des planches

Lors de l'observation des fixations liant les planches et les membrures, deux schèmes distinctifs apparaissent. Les clous et les gournables forment un schéma alterné, le clou supérieur se trouvant orienté vers l'arrière du navire et la gournable supérieure vers l'avant du navire (Figure 57).

Ce schéma des clous et gournables alternés se retrouve sur l'épave Etchemin, un navire présumé être le *Maréchal de Senneterre* (qui serait le navire présumé jumeau du *Machault*) coulé en 1759 ou encore sur le navire du *San Juan* de 1563 (Mercier-Gingras *et al.* 2013; Loewen 2007a). Lors de l'analyse du navire du *San Juan*, il en a été conclu que la mise en place des clous et des gournables relevait de deux étapes différentes suggérant une division du travail en différents corps de métiers. Les clous de fer étaient alors utilisés pour rapidement fixer les planches aux membrures, après quoi les gournables venaient assurer la force et la durabilité de la coque (Loewen 2007a : 134).

Une division similaire du travail semble s'appliquer aux vestiges du *Machault*. Les clous ne traversent pas l'ensemble des trois pièces : le bordé, la membrure et le vaigrage. Ils sont plantés séparément sur le bordé et sur les vaigres afin de les mettre en place. Les gournables, par contre, traversent les trois « couches » de bois d'un seul perçage. Dans cette optique, le bordé et les vaigres sont donc installés successivement. Par la suite, le charpentier fait appel aux gournableurs qui viennent et posent les gournables qui elles, traversent le bordé, la membrure et le vaigrage et solidifient l'ensemble de la structure. Les fixations ont pu être observées jusqu'au premier pont et il n'est donc pas possible de reconstruire leur schéma au-delà de cet endroit. Les analyses du *San Juan*, toutefois, ont démontré que le schéma de clouage variait en haut du premier pont. Ce changement a été interprété comme l'assemblage d'abord des varangues et genoux avec les vaigres et bordages. Ensuite, les allonges sont mises en place et leur bordé est enfin mis en place, selon une séquence mixte de l'assemblage. La structure du pont étant réalisée, elle sert alors de soutien pour les autres structures (Loewen 2007a : 137). Cette séquence d'assemblage a aussi été observée sur les vestiges du navire anglais *Mary Rose* (Barker *et al.* 2009 : 50). Le *Machault* semble proposer la même séquence d'assemblage, mais les données sont trop succinctes pour l'affirmer avec certitude. C'est la comparaison avec d'autres épaves, qui ont profité d'étude extensive en raison de l'importante quantité de vestiges retrouvés, qui permet de proposer cette séquence pour la construction du *Machault*.

4.3.4 Bilan

Les traces d'outil et les fixations et différents assemblages des pièces architecturales ont permis de reconstituer la séquence de construction du navire. Cette séquence renvoie donc vers

une séquence de type membrure-première, où les couples constituent une structure cohérente et autoportante. Le bordé, lui, n'a aucun mode de fixation entre ses pièces constitutives et dépend alors entièrement de la membrure. Les bordages et vaigres sont installés de façon successivement avec les clous puis les gournables qui interviennent en deux étapes distinctes et révèlent la présence de corps de métiers distincts sur le chantier. Cette dernière interprétation sera approfondie au chapitre suivant.

L'analyse des données provenant du *Machault* aura mis en lumière un ensemble de techniques inhérentes à l'industrie de la construction navale du XVIII^e siècle. Les pièces architecturales témoignent d'un souci d'homogénéité dans la sélection des arbres. Entièrement de chêne, la carène est constituée d'arbres dont l'adéquation morphologique est généralement idéale entre l'arbre et la pièce finie. L'analyse de la conception architecturale du navire tend à montrer une utilisation traditionnelle de gabarit malgré un respect des dimensions et proportions en vogue pour la construction des frégates. Quant à la charpenterie, la comparaison avec épaves tel le *San Juan* ou le *Mary Rose* a permis de proposer une séquence d'assemblage du navire jusqu'au premier pont (Loewen 2007a; Barker *et al.* dans Marsden 2009). Il s'agirait d'un assemblage sur membrure première où les vaigres et bordages sont posés de façon successive dans une première étape de pose à l'aide des clous puis une solidification de l'ensemble à l'aide de gournables. Ces résultats d'analyse offrent un portrait archéologique de construction navale et pourront, dans le prochain chapitre, faire l'objet d'une interprétation afin de dégager le contexte général de la construction navale au milieu du XVIII^e siècle pour la région de Bayonne.

5 – Le *Machault* s’explique... L’interprétation des données

À travers l’analyse de ses vestiges architecturaux, le *Machault* ouvre une fenêtre sur l’industrie française de la construction navale au XVIII^e siècle. À l’aide d’une approche holistique de la chaîne opératoire d’un navire, il est maintenant possible de situer le *Machault* par rapport au milieu du XVIII^e siècle. Cette recherche a été menée à travers l’observation de trois axes de données distincts. Il s’agit des techniques de foresterie, des méthodes de conception architecturale et des méthodes de charpenterie. Jusqu’à présent, chacune de ces phases a été considérée séparément sans égard aux relations qu’elles entretiennent. Maintenant, cette panoplie d’approches sera rassemblée en une approche unifiée et holistique. Ce faisant, les aspects qui renseignent sur le jeu entre tradition et innovation sous ses multiples facteurs et contraintes seront privilégiés.

De ces trois grandes phases participant au projet architectural, il est possible de retirer des interprétations et de fournir des réponses à l’hypothèse de départ. Cette hypothèse propose la subsistance de certaines traditions dans la région de Bayonne, et ce, dans un contexte d’uniformisation européenne de la construction navale du XVIII^e siècle. L’analyse du chapitre précédent a mis en lumière chacune des grandes étapes de la chaîne opératoire du *Machault*. Elle a aussi abordé la question de la rupture ou de la continuité dans les techniques utilisées pour concevoir le navire à travers l’étude des proportions du navire et de la forme du maître-couple. Enfin, l’analyse a relevé la présence de techniques de charpenterie traditionnelles et régionales. Ce dernier chapitre a donc comme objectif la compréhension et l’interprétation de l’ensemble des résultats d’analyses.

5.1 L’approvisionnement en matière première et son impact sur l’industrie de la construction navale

Cette étude sur la frégate a démontré le lien fort qu’entretenaient les techniques de conception et de charpenterie avec celles de l’approvisionnement en bois pour la construction navale. Quatre grands constats peuvent ainsi être faits à partir des résultats d’analyse du

Machault. Premièrement, la qualité des bois utilisés pour la construction indique que la fonction des pièces était déjà prévue lors de l'abattage des arbres. Cette connaissance préalable des formes du navire révèle une industrie de construction organisée et efficace dans la livraison de pièces adéquates. Deuxièmement, les analyses ont caractérisé la forêt qui a donné naissance au navire à travers le mode d'exploitation des forêts et la qualité des pièces choisies. Troisièmement, cette connaissance sur la forêt française du XVIII^e siècle permet de poser un regard critique sur la pratique du dressage des arbres. Enfin, les traces d'outillage et la compréhension de la séquence d'assemblage éclairent les corps de métier qui travaillaient sur les chantiers entretenant des relations entre eux afin d'assurer une cohésion et une efficacité industrielle.

5.1.1 Foresterie et conception architecturale : une relation rapprochée ? Les cas archéologiques.

La relation entre la foresterie et la conception architecturale des navires a déjà été étudiée, et ce, principalement à partir du *San Juan* (Loewen 1998). De tels liens ont aussi été établis lors des analyses de l'épave de Cavalaire-sur-Mer et sur celle de *La Belle* (Delhay et Loewen 2003; Carrell 2003). Les exemples originaires du nord de la péninsule ibérique, le *San Juan* et l'épave de Cavalaire, ont révélé une industrie forestière hautement spécialisée qui permettait au XV^e – XVI^e siècle de produire les pièces exactes nécessaires à la construction. L'adéquation morphologique parfaite et une répartition relativement homogène des âges chez les pièces courbes a permis de proposer comme origine des forêts dont la croissance des arbres était entièrement soumise à la culture qui leur donnait jusqu'à la forme voulue (Loewen 1998; 2000 : 149; 2001 : 248; 2007c : 271, Loewen et Delhay, 2003 : 103).

Selon les sources historiques, les constructeurs basques remettaient au fournisseur de bois les gabarits, les dessins et les échelles nécessaires à la préparation des pièces (Loewen 2007c : 293). Il existait alors différents types de pièces courbes : les varangues, les genoux et puis les allonges de la membrure supérieure. Selon Brad Loewen, cette distinction des trois types de membrures est indissociable du type de construction où les pièces étaient assemblées sans liaisons les unes aux autres, dans un système dit de membrures flottantes* (Loewen 2007c : 294). L'approvisionnement en pièces de bois est ainsi intimement lié aux formes souhaitées

pour le navire et aux méthodes de charpenterie. L'inverse est aussi vrai, car dans une situation où les arbres étaient artificiellement formés, il régnait un conservatisme où toute innovation dans les techniques de conception demandait de se tourner vers d'autres sources de bois, en particulier celles non formées artificiellement (Loewen 2007c : 272). Il existait donc une relation d'interdépendance entre les deux premières phrases de la construction navale dans l'industrie basque du XVI^e siècle (Loewen 2001 : 257).

S'il est possible de lier forêt entretenue, conception architecturale avec gabarits et construction à membrures flottantes, est-ce que ce complexe technique s'est défait lors de l'apparition des membrures doubles (couples) ? Le navire anglais *Mary Rose*, se situant entre une construction à membrure flottante et une construction à membrures doubles, ou couples, révèle une sélection opportuniste des arbres et ne semble pas relever d'une planification quelconque de culture des arbres. La taille exceptionnelle de ce navire pour l'époque, nécessitant donc un nombre important d'arbres et des pièces courbes à grand rayon, peut expliquer en partie l'opportunisme dont semblent avoir fait preuve les constructeurs et les fournisseurs de bois (Barker *et al.* 2009 : 47).

Plus près de l'espace-temps du *Machault* se trouve l'épave de *La Belle* construite à Rochefort en 1684. Construite avec des membrures doubles, *La Belle* témoigne d'une conception architecturale selon la méthode traditionnelle des gabarits de bois et la modification du maître-couple pour la détermination des couples avant et arrière. La qualité du bois était bonne, mais non pas optimale, tout comme l'adéquation morphologique entre l'arbre et la pièce finie. Le bois de ce navire provenait de la vallée de la Charente. Toni Carrell a émis l'hypothèse d'une forêt en transition, c'est-à-dire une forêt naturelle qui subit peu à peu une influence humaine pour obtenir des pièces adéquates à la construction navale (Carrell 2003 : 284). Cependant, *La Belle* étant un petit navire, les membrures étaient donc plus petites et leur courbure plus prononcée. Plus la pièce est recourbée, plus il est difficile de trouver un chêne qui convient naturellement à la forme requise. Il n'est donc pas surprenant de voir que les ressources utilisées pour construire un petit navire tel *La Belle* soient de moindre qualité en matière d'adéquation morphologique des pièces naturelles et finies, surtout si les bois proviennent d'une forêt transitionnelle et non pas entretenue.

5.1.2 Le *Machault* et la forêt française du XVIII^e siècle

Quels rapports forestiers sont alors indiqués par le *Machault* ? Il a été vu que la qualité des bois, tant le fil du bois que l'adéquation morphologique et l'uniformité des essences utilisées, indiquent à priori que les pièces ont été obtenues dans une forêt possiblement gérée à des fins de construction navale. Les arbres du *Machault* sont jeunes, mais optimaux. Selon les cernes présents et les estimations de cernes manquants en périphérie et au cœur de l'arbre, les planches montrent une moyenne de 61,6 ans et les membrures, 46,9 ans.

La Marine royale était très exigeante dans ses critères pour la sélection des chênes utilisés dans la construction des navires, du moins théoriquement. En principe, pour la construction des vaisseaux, la Marine n'utilisait pas de chêne présentant une circonférence inférieure à 1,62 mètre soit des arbres généralement âgés de 80 à 100 ans au minimum (Boudriot 1999 : 340, Roou 2010 :2). Ceci correspond à un diamètre d'environ 52 centimètres pour 4 cernes par centimètre de rayon en moyenne. Les arbres ayant servi à la construction du *Machault* sont quelque peu plus jeunes, mais représentent une ressource optimale en termes de qualité de la ressource.

Une pénurie forestière obligeant les constructeurs à se tourner vers des arbres plus jeunes peut aussi fournir une certaine compréhension de l'âge des arbres. Selon l'historien Paul Bamford, la France du XVIII^e siècle hérite d'une situation forestière précaire (Bamford 1956 : 15). La superficie de la forêt s'amenuise, et ce, malgré les Édits et Ordonnances qui sont publiés dès 1376 (Ballu 2008 : 15). Il faut attendre l'ordonnance sur les Eaux et Forêts de 1669 pour que la France se dote d'une législation adaptée, mais les demandes de la Marine de guerre vont rendre inopérants plusieurs articles. Bamford résume bien la France du XVIII^e lorsqu'il la décrit comme un État déchiré entre la conservation du bois pour ses navires et son désir d'aider et d'accroître d'autres industries qui utilisaient le bois comme celle du charbon et du verre (Bamford 1956 : 76). Il pourrait donc être possible que les arbres les plus âgés et les plus grands aient été réservés pour la construction des vaisseaux de la Marine, laissant les arbres plus petits, plus jeunes, mais non de moindre qualité pour les plus petits navires, les chantiers privés et les autres industries. Les arbres utilisés pour le *Machault* démontrent à la fois qualité et uniformité

ce qui ne correspond pas à une sélection opportuniste ni à un accès à une ressource de deuxième choix. De plus, on ne peut éliminer l'hypothèse selon laquelle le *Machault* ait été construit directement dans l'arsenal de Bayonne, qui plus est par un charpentier du roi. Sa construction, et son approvisionnement ne peuvent donc pas être radicalement opposés à la Marine. Nous pouvons même avancer que, dans cette situation, le *Machault* aurait eu l'avantage d'avoir accès aux ressources de la Marine.

Les archives utilisées par Paul Bamford et Jean-Marie Ballu proviennent principalement des fonds de la Marine, dont les fonctionnaires font face à un problème d'approvisionnement de bois et doivent alors justifier leurs demandes. Est-il possible que la situation leur ait paru plus désespérée qu'elle ne l'était réellement ? En effet, les cas de pénuries sont documentés aux arsenaux de Toulon, Brest et Rochefort, les trois lieux les plus importants pour la construction de la Marine à cette époque. La situation géographique de ces trois endroits diffère de la région de Bayonne qui dispose d'une plus petite production de navires et accuse donc une plus petite demande en bois. Il lui aurait donc été plus facile de pourvoir à ses besoins avec des pièces de qualité.

Le statut privé des constructeurs du *Machault* est aussi un facteur à tenir en compte dans le choix et la disponibilité des matériaux. En effet, la frégate n'était pas une construction de la Marine et elle a été construite par intérêts privés qui s'étaient vu promettre le rachat du navire par le roi si les plans étaient préalablement approuvés par la Marine. Il est possible que les constructeurs du *Machault* aient été soustraits des règlements de la Marine concernant la sélection des pièces et qu'ils se soient tournés vers des arbres plus jeunes. Enfin, une frégate étant plus petite qu'un vaisseau, elle n'avait pas besoin des arbres plus imposants que la Marine se gardait. L'exemple de cette épave montre l'envers des règlements de la Marine, l'industrie privée semblant ainsi plus flexible et opportuniste, mais non moins structurée par des pratiques de la Marine.

De nombreux faits et hypothèses permettent donc d'expliquer l'âge des arbres utilisés lors de la construction et l'épave du *Machault* permet de souligner le rapport qu'entretiennent les sources historiques et archéologiques. Les études historiques de Bamford et Ballu reflètent

les écrits laissés par les officiers de la Marine ce qui entraîne une généralisation sur la situation de la France. De plus, les traités historiques dont ceux de Duhamel du Monceau, Bouguer et Ollivier n'abordent pas ces questions pratiques en profondeur et s'en tiennent généralement aux considérations théoriques. Ils abordent généralement la construction de la Marine et non pas la construction sur les chantiers privés. Ces constatations renvoient à la spécificité de l'archéologie pour rendre compte des silences laissés par l'Histoire.

5.1.3 Le dressage des arbres. Approche expérimentale ou développement à grande échelle ?

L'observation des pièces architecturales du *Machault* a révélé la qualité des pièces en ce qui concerne l'adéquation morphologique entre la pièce finie et l'arbre d'origine. Rappelons que le fil du bois a été considéré comme idéal dans 42,2% des cas et presque parfait pour 51,1 % des pièces, soit 93,3 % des individus observés. Quant au mode de débitage, la majorité des pièces dévoile l'utilisation d'un arbre, une pièce pour les pièces courbes de membrure. Pour les planches, tirées d'arbres droits, la plupart d'entre elles montrant un débitage de type quartier qui profite de la largeur maximale d'une grume, mais aussi de sa partie centrale la plus résistante. L'estimation de l'âge des pièces a souligné que les planches et les membrures formaient deux groupes distincts qui relèvent de deux approches différentes de la sélection des arbres selon la pièce architecturale désirée. L'observation du relevé du couple 1 a démontré un lien entre la forme des pièces de la membrure et leur localisation dans le couple. Même si cette relation n'est pas optimale, elle reflète la volonté d'accorder la production forestière à la conception du navire. Cette importante adéquation morphologique entre la pièce finie et l'arbre semble donc indiquer qu'il pourrait avoir eu un contrôle sur la ressource forestière.

Il est difficile d'évaluer à partir des sources historiques l'importance prise par les techniques de dressage des arbres dans la France au XVIII^e siècle et à quelle échelle elles ont été pratiquées. Non seulement la préservation de tels bois demandait un contrôle à long terme, mais le délai entre le dressage du jeune arbre et son utilisation aurait entraîné un certain conservatisme dans les dimensions et les proportions générales, voire la forme volumétrique des navires de génération en génération (Ciciliot 2002 : 258-259). Or, les règlements de la Marine sont avarés de ce type de précision.

C'est au XVIII^e siècle que se développe une sylviculture plus raisonnée sous l'impulsion de scientifiques comme Henri-Louis Duhamel du Monceau qui publie de nombreux textes sur la physique des arbres et sur la méthode de les élever et faire multiplier (Duhamel du Monceau 1760). Henri-Louis Duhamel du Monceau et d'autres théoriciens rapportent les méthodes employées afin d'obtenir les pièces courbes désirées. Ils proposent des mises en flexion ou le corsetage de tiges encore souples pour imposer une croissance courbée à l'arbre. Ils proposent aussi de planter de façon inclinée des tiges qui reprendraient aussitôt une croissance verticale, fournissant des varangues grâce à un fort angle (Ballu 2008 : 75). Ces techniques de contrainte des arbres seraient utiles à la construction navale puisque la rareté des pièces courbes, issues de bois « tors » (courbe), pose problème. Laissé à son état naturel, l'arbre croît droit et une croissance courbe constitue une anomalie. Les forêts fournissant le bois de marine sont généralement cultivées en futaie favorisant le bois droit. Les pièces courbes étant difficiles à obtenir, le bois devait alors être contraint à adopter la courbe voulue. Cette méthode demandait une prévision des formes que l'on allait donner aux navires des décennies à l'avance créant un conservatisme important dans les façons de faire. Cette mise en forme n'est cependant pas documentée par l'archéologie et il n'est donc pas possible d'affirmer qu'elle ait dépassé le stade expérimental.

5.1.4 Une industrie établie par des corps de métier

L'industrie de la construction navale se caractérise par plusieurs métiers distincts qui prennent place au fil de l'approvisionnement en bois et de la construction du navire. Le *Machault* en porte les traces. La séquence d'assemblage du navire sur le chantier et les différentes étapes liées aux techniques de foresterie et de conception architecturale mettent en lumière ces corps de métier travaillant sur différents chantiers et bureaux.

Les traces d'outil laissées dans le bois du *Machault* témoignent des étapes relatives à la préparation des pièces, très probablement réalisées dans la forêt même. Si les vestiges du *Machault* ne présentent pas de traces qui renvoient à la phase d'abattage, elles ont conservé les traces d'outillage liées à la préparation des pièces et à leur mise en forme. Ainsi, les membrures et les planches du *Machault* conservent les traces indiquant que la grume était équarrie en prévision du transport. Les planches étaient préparées avec une scie mécanique verticale et les

pièces courbes étaient possiblement sciées avec une scie de long et une hache, mais aucune trace de ces deux derniers outils pour ce contexte n'a été retrouvée sur les pièces courbes. Les pièces ne sont donc pas entièrement gabariées en forêt et sont expédiées partiellement équarries aux arsenaux. Les charpentiers ont donc le loisir de terminer l'équarrissage de la pièce selon les besoins du projet architectural.

Parallèlement à cette préparation des pièces de bois, le projet architectural est défini en amont du chantier selon les dimensions et les proportions générales du navire dans un bureau d'ingénieurs ou d'architectes navals. Notre analyse du *Machault* démontre une emprise importante des aspects plus traditionnels de la conception des navires. Par ailleurs, les archives semblent indiquer que des plans avaient été soumis à la Marine pour approbation. Il y a donc eu participation de l'architecte Geoffroy et possiblement du maître-charpentier Hargous dans la définition du projet architectural avant qu'il ne soit amené sur le chantier de construction. Une fois les bois acheminés à Bayonne et le projet architectural déterminé, les charpentiers entrent en jeu avec l'assemblage de la structure. Les vestiges architecturaux du *Machault* indiquent que l'assemblage des couples a précédé la pose du bordé externe, puis du vaigrage interne. Les clous étaient d'abord plantés pour attacher les bordages, ensuite une équipe de gournableurs prenaient le relais pour l'insertion des gournables qui solidifiaient la carène. La dernière étape documentée par la structure du *Machault* est le calfatage, exécuté une fois le bordé posé.

Cette observation de la chaîne opératoire de la construction du navire, en termes de ressources humaines nécessaires, renvoie à la présence de divers corps de métier qui œuvrent de façon coordonnée à la réalisation du projet architectural (Loewen 2007c). L'observation et l'analyse de l'ensemble des vestiges du point de vue des techniques de foresterie, de la conception architecturale et de la charpenterie a permis de révéler la séquence d'assemblage du navire et d'identifier les corps de métiers qui évoluaient sur le chantier. L'utilisation de documents d'archives a permis d'approfondir l'analyse et de découvrir l'industrie privée de la construction navale basque sur le littoral basque du XVI^e siècle. Cette caractérisation des corps de métiers révèle une division sociale et démontre aussi celle des espaces et lieux du projet de construction. Cette division à la fois sociale et spatiale n'est pas sans rappeler celle qui existe entre la technique et la science...

Le premier de ces lieux est la forêt, origine de la matière principale des navires. C'est dans la forêt que naissent les navires. La culture sylvicole et la coupe du bois relèvent d'une organisation plus ou moins stricte selon les pratiques et les législations en place. C'est le maître-forestier qui prend généralement en charge la sélection des bois et le façonnage des pièces avant leur acheminement au chantier de construction (Loewen 2007c). Le deuxième emplacement est celui où la conception du navire eu lieu. On peut alors parler du bureau de l'architecte qui établit les plans et devis du navire et de l'atelier du charpentier qui crée ses gabarits de bois nécessaires au projet traditionnel. Enfin, le projet se transporte au chantier de construction navale où prend vie le navire sous les mains des charpentiers et autres hommes de métier spécialisés, tel que les gournableurs et les calfateurs. La présence de travailleurs spécialisés indique une planification des étapes de travail puisque le travail de ces ouvriers doit être coordonné afin d'assurer une exécution rapide et efficace.

5.1.5 Bilan

Le *Machault* semble démontrer un lien entre la conception architecturale, la charpenterie et les techniques de foresterie à l'origine des arbres utilisés. La reconstruction des arbres d'origine à partir du fil de bois dans les membrures courbes ne révèle aucun cas d'arbre mal adapté à sa fonction dans le navire : le fil suit la forme de la pièce, la dimension d'origine correspond à celle de la pièce. Toutefois, il n'est pas certain à quel point les techniques de dressage des arbres ont été appliquées puisque les pièces à l'étude proviennent principalement de la partie centrale de la carène et non pas des portions plus complexes à l'avant et à l'arrière. Il reste néanmoins que le *Machault* fait preuve d'une qualité importante quant aux bois utilisés et que leur adéquation avec les formes du navire démontre une planification du projet architectural et un accès à des ressources bien adaptées.

Les données accumulées sur le *Machault* ont démontré l'interdépendance qu'entretiennent les différentes étapes du projet architectural du navire. Si les pièces de bois récoltées en forêt sont la base de tout navire, le choix des arbres et la forme donnée sont spécifiques aux dimensions et proportions générales du navire. Et si la charpenterie apparaît à la fin de cette chaîne opératoire et subissant les choix des étapes précédentes, c'est que ces

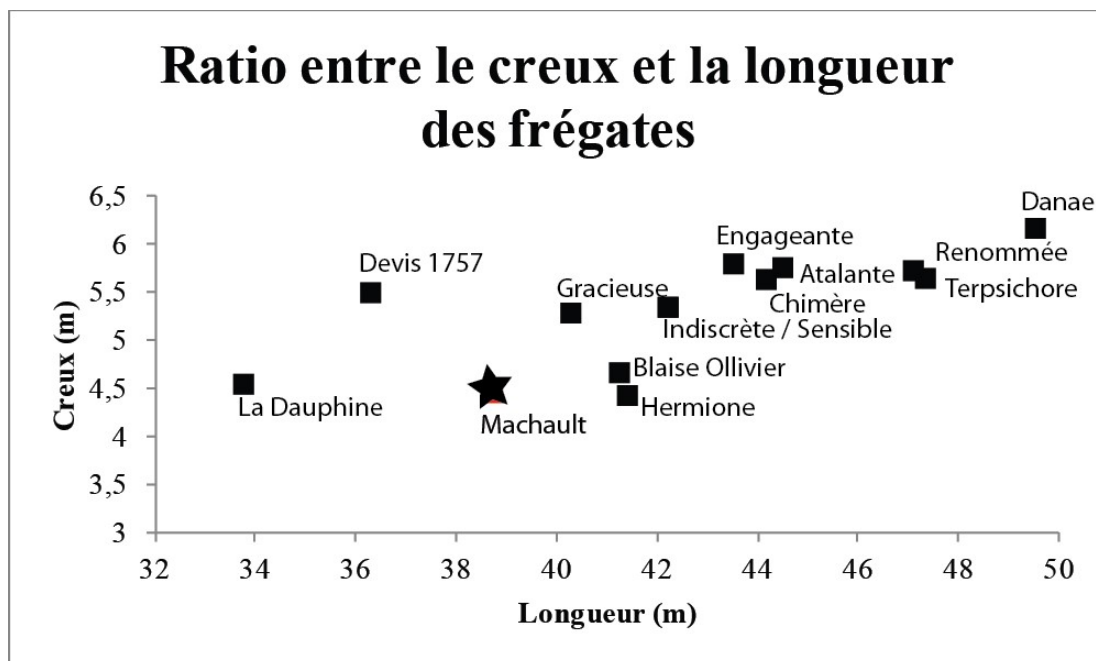
besoins étaient prévus longtemps à l'avance. Cette vue holistique des industries navales montre leur interdépendance autant que le savoir-faire propre à chacune.

5.2 Témoin d'une révolution ou d'une continuité des techniques ?

Le XVIII^e siècle est présenté par les historiens maritimes comme une période de rupture marquée par la disparition des méthodes traditionnelles et la montée des méthodes dites scientifiques (Daumas 1991; Halleux 2009; Kuhn 1990). Pourtant, l'analyse des vestiges du *Machault* semble révéler un portrait plus nuancé que laissent sous-entendre ces écrits. La frégate est-elle donc le témoin d'un changement de mentalité dans la construction navale ou démontre-t-elle une continuité des techniques traditionnelle ? En guise de réponse, deux principaux éléments peuvent être abordés. Premièrement, la comparaison des proportions du *Machault* avec les traités de construction des frégates de l'époque a fourni des clés d'interprétation des vestiges. Deuxièmement, l'analyse du couple central semble démontrer une utilisation traditionnelle des gabarits à travers la présence d'arcs de cercle tangentiels.

5.2.1 Le développement des frégates

Afin de comprendre comment les dimensions des frégates varient et selon quels impératifs, les navires présentés dans le chapitre 4 ont été utilisés et comparés en termes de ratio entre le creux et la longueur. Cette analyse a porté sur le ratio entre le creux et la longueur de quatorze d'entre elles, le creux étant synonyme de la hauteur du pont principal situé à la plus grande largeur de la carène (graphique 5).



Graphique 5 – Rapport entre le creux et la longueur des frégates du XVIII^e siècle exprimé en mètre.

Pour comprendre cette approche, il faut tenir compte de l'évolution de la hauteur des ponts au fil des siècles, et leur rôle dans la conception des navires. Les épaves du XVI^e siècle, construites selon un système de membrures flottantes, possédaient une hauteur des ponts standard qui ne variait pas selon la taille du navire. Ces hauteurs étaient reliées aux dimensions standardisées des cargaisons, surtout les tonneaux, et à la longueur standard des genoux et allonges, produits en forêt selon des techniques traditionnelles. Ainsi, la hauteur des ponts est un indicateur d'une industrie navale marquée par la tradition (Loewen 2007b : 160). Ce système de hauteur de pont standard disparaît lorsque l'on adopte le système des couples qui permet alors de fixer le pont à une hauteur proportionnelle, créant ainsi un continuum de hauteurs possibles. La présence de deux groupes distincts de navire permettrait ainsi d'identifier s'il y a une rupture entre les méthodes de conception ou plutôt une continuité.

Il s'agit d'un échantillon plutôt restreint et les tendances observées sont donc indicatives. Un corpus plus important de frégates serait nécessaire pour tirer des conclusions définitives. La différence chacun de ces navire est mince et il est possible d'argumenter que les frégates présentées ne forment qu'un seul et unique groupe. Cette approche appuie l'hypothèse de

changements progressifs sans rupture abrupte, cette idée étant au centre de notre étude. Une analyse plus élargie est absolument nécessaire afin de déterminer si les navires s'inscrivent dans un continuum flouant les limites entre les deux méthodes de conception ou si, une fois remise dans un contexte plus large, présentent une rupture entre elles. Le nombre d'épaves connues est encore limité, mais une étude plus étendue, pouvant intégrer possiblement des navires d'autres nations, permettra d'éclaircir la situation.

5.2.2 Une utilisation traditionnelle des gabarits de bois ?

En janvier 1757, Louis XV promet aux armateurs de racheter leurs navires construits pour la course, si la course n'était pas autorisée ou cessait (Proulx 1979 : 13; 1999 : 13; Villiers, 1999 : 350). Pour profiter de cette offre, les plans du navire devaient avoir été approuvés par la Marine avant d'entamer la construction. Ceux du *Machault* ont été conçus par l'architecte de la Marine Geoffroy, descendant d'une famille de maîtres constructeurs. Or, d'après Eric Rieth (1993) l'utilisation de plans de projection selon le règlement de la Marine en 1757 ne concorde théoriquement pas avec une conception traditionnelle. Dès ce même moment, la méthode des gabarits de bois n'est plus, théoriquement, pratiquée dans les arsenaux (Rieth 2002 : 318). Ce contexte historique particulier soulève la problématique des modes de conception du *Machault*, selon l'ancienne méthode géométrique basée sur des gabarits ou la nouvelle méthode graphique basée sur des plans de projection.

À travers l'observation des maîtres-couples de plusieurs frégates, un système d'arcs a été retrouvé dans les maître-couples de l'*Hermione*, de l'*Engageante* et de la *Sensible*, en plus de ceux observés sur le couple 1 du *Machault* exposé à Ristigouche, ce qui ancre la conception, à tout le moins celle du maître-couple dans une méthode traditionnelle. Dans les plans de la *Gracieuse* et de l'*Atalante*, nous pouvons identifier un système d'arcs au bouchain et au fort, mais non pas au genou. Que peut-on alors déduire de l'ensemble de ces informations ? L'usage de plan implique que la conception sur papier est d'ores et déjà implantée, mais l'usage des méthodes traditionnelles semble persister, se mêlant tous les deux lors de la réalisation d'un navire. La distinction entre les deux méthodes n'est donc pas définitive.

Nous pouvons d'abord nous interroger sur la nature des « plans » soumis à la Marine pour approbation lors de la construction du *Machault*. S'agissait-il vraiment d'un plan de projection ou plutôt d'un devis de construction comme celui de la frégate présumée jumelle du *Machault*, le *Maréchal de Senneterre* (annexe 2) ? Ce devis fait état des dimensions du navire à la façon des anciennes « recettes techniques », mais n'inclut pas de plans de projection. En effet, si le document fourni par Geoffroy était en réalité un devis, la méthode pour concevoir les formes du navire était au choix du constructeur, ce qui pourrait inclure l'utilisation de l'ancienne méthode géométrique. De plus, l'observation de plans du XVII^e siècle montre qu'il y a la fois déjà usage de plans de projection qui présentent la conception des navires selon la méthode des gabarits de bois à l'aide de lisse.

La conception architecture à partir d'une figure géométrique, à la façon ancienne, peut aussi être liée au fait que le *Machault* a été construit par des intérêts privés, même si la construction eut lieu possiblement à l'arsenal de Bayonne par un constructeur de la Marine. Quelles étaient alors les pratiques en vigueur dans ce genre de situation : quelle fut la part du privé et quelle fut la part imputable à l'arsenal pour la construction du *Machault* ? Est-ce que l'arsenal permettait l'usage de ses cales par des particuliers si le Roi ne construisait pas de navires ? Une construction dans l'arsenal de Bayonne, était-elle nécessairement une construction réglementée par l'État ? Est-ce que les constructeurs du Roi louaient leurs services pour travailler sur des chantiers privés ? Est-ce que les dires de Duhamel de Monceau s'appliquaient à un petit arsenal comme celui de Bayonne ou seulement aux grands arsenaux de Toulon, Rochefort et Brest qui engageaient des maîtres constructeurs à temps plein ?

Des éléments de réponse ont déjà été apportés par différentes études portant sur le port de Dunkerque ou encore sur la carrière de Mathew Baker en Angleterre au XVI^e siècle, à la fois constructeur du roi et charpentier sur des chantiers dits privés. Elles démontrent que les intérêts privés et étatiques s'imbriquent les uns dans les autres (Johnston 1994; Pfister-Langanay 2005). Les questions soulevées par l'analyse de la conception architecturale du *Machault* sont nombreuses et mettent en doute les conceptions trop nettes d'arsenal, de constructeur royal, de règlements de Marine, de devis de construction et de plans de projection. Ces conceptions

élaborées par des historiens résistent mal à l'analyse des cas archéologiques qui se révèlent plus nuancés. Il s'agit ici d'une constatation faite sur la base de l'observation de seulement six plans, mais il y a là matière à questionnement sur cette notion de rupture entre tradition et innovation.

5.2.3 Bilan

Les résultats obtenus quant à la méthode utilisée pour concevoir le *Machault* dressent un portrait plus traditionnel que ne laissent supposer les traités de construction de la même époque. Le plus explicite d'entre eux est *Elemens d'architecture navale* de Duhamel du Monceau qui supprime les anciennes méthodes sous prétexte que les jeunes apprentis devraient éviter de « s'abandonner à une pratique aveugle, qui est toujours préjudiciable au progrès des arts » (Duhamel du Monceau 1758 : ix).

L'archéologie du *Machault* remet en cause cette idée de rupture nette entre les constructions traditionnelles et scientifiques qu'une certaine lecture de Duhamel du Monceau fait valoir. Il devait être difficile de faire disparaître une tradition bien ancrée au sein des familles de charpentiers. Comparée à la tradition pluricentenaire des constructeurs maritimes, la Marine française peinait encore à s'établir comme institution du savoir. La Petite École de Marine a été créée en 1740 à Paris et la première Académie de Marine fondée à Brest en 1752. Le *Machault* ayant été construit en 1757, on peut aisément imaginer que les charpentiers responsables de la construction ne soient pas passés par ces écoles et n'aient pas bénéficié de l'enseignement des nouvelles méthodes. Plus d'une génération serait nécessaire pour « éliminer » l'ancienne pratique. D'ailleurs, si cette pratique a perduré jusqu'à aujourd'hui, cela signifie qu'elle a continué à être transmise, mais à plus petite échelle (Rieth 1996 : 166). De plus, Bayonne étant un petit arsenal, les nouvelles méthodes ont pu être implantées tardivement au profit des grands chantiers comme Toulon ou Brest.

L'analyse de l'un des couples exposés au LHNC de la Bataille-de-la-Ristigouche a démontré la présence d'un système d'arcs tangentiels qui tire son origine dans une conception architecturale dite traditionnelle. L'analyse n'ayant porté que sur l'un des couples, il n'est pas possible de caractériser l'évolution d'un couple à l'autre, ce qui aurait permis de vérifier si les concepteurs avaient pleinement utilisé l'ancienne ou la nouvelle méthode. Cependant, la

présence d'arcs de cercle signifie l'absence d'une conception du maître-couple à partir d'une maquette de demi-coque, et l'absence également d'un tracé du maître-couple à l'aide de lattes flexibles, deux techniques associées à l'emploi de plans de projection. Parallèlement à cette utilisation possible d'une méthode de conception architecturale traditionnelle du moins pour le maître-couple, les dimensions et les proportions de la frégate tendent à démontrer un contrôle plus traditionnel sur la détermination de la forme du navire. Le XVIII^e siècle apparaît ainsi comme une période de changement où s'entrecroisent différents univers issus autant d'une école dite traditionnelle que d'un courant de pensée qui privilégie l'innovation et le développement scientifique de la construction navale.

5.3 La tradition régionale

Au cours des années 1980 et 1990, les chercheurs ont travaillé à identifier des « signatures architecturales » en vue d'élaborer une typologie régionale des épaves jusqu'alors découvertes (Rieth 1998c; Oertling 1998). On associe alors des caractéristiques communes à la façade ibéroatlantique plus précisément au golfe de Gascogne (Loewen 1998 : 48; Oertling 1998). Voici une liste non exhaustive de ces caractéristiques architecturales associées à la construction ibéroatlantique du XV^e et du XVI^e siècle :

1. Prédominance du chêne pour l'ensemble de la coque et parfois même les mâts;
2. Assemblage d'un certain nombre de varangues centrales à l'aide un système de mortaise* en queue d'aronde, associé à des membrures non assemblées dites « flottantes » pour la majorité de la carène;
3. Une combinaison de fixation de gournables de chêne et de clous de fer. À la même époque, le *Mary Rose* en Angleterre ne possède que des gournables et des navires en Méditerranée ne montrent que des clous de fer;
4. Chaque fourcat* situé à l'arrière de la quille provient d'une seule pièce naturelle et est joint à la carlingue à l'aide d'un assemblage de tenon et de mortaise;
5. Le vaigrage se termine à la tête des varangues et ne s'élève pas sur les flancs de la coque;
6. La carlingue est réalisée dans un seul tronc de chêne avec de longues extrémités effilées et une portion centrale en renflement qui forme l'emplanture du mât;

7. L'emploi d'un système de mesures et de dimensions des pièces relativement uniforme qui renvoie au système métrique basque, l'unité principale étant la coudée qui est de 57,46cm (Oertling 1998 : 235-236; Delhay 1998; Grenier *et al.*, 2007; Loewen, 1998).

Le *Machault* a été construit à Bayonne, ville française située dans le golfe de Gascogne, mais également dans l'une des trois provinces basques situées en territoire français. À la lumière des informations récoltées dans les chapitres précédents, peuvent-elles fournir des indices quant à l'appartenance, ou non, de la frégate à la culture technologique ibéroatlantique telle qu'elle subsistait au XVIII^e siècle ?

Au-delà de la dominance du chêne dans la coque du *Machault*, on retrouve le même schéma caractéristique de fixations alternant gournables et clous de fer. On ne retrouve cependant pas l'assemblage des varangues et des genoux selon le modèle en queue d'aronde. Ces pièces sont plutôt assemblées avec des broches de fer latérales qui traversent l'ensemble du couple. Le *Machault* n'ayant pas fait l'objet d'une étude complète des vestiges existants, il n'a pas été possible de vérifier l'ensemble des sept caractéristiques architecturales présentées plus haut. Cependant, selon les connaissances actuelles, le *Machault* ne semble pas démontrer de traits régionaux qui permettraient de la rattacher à la culture ibéroatlantique du XV^e et XVI^e siècle. Il y a certes une prédominance du chêne et un schéma de clouage similaire, mais c'est aussi le cas de la majorité des épaves provenant de la façade atlantique au XVIII^e siècle.

Différentes hypothèses peuvent être formulées face à cette similitude entre les différents navires et leurs schémas de clouage. Premièrement, on peut supposer qu'il a eu une influence et une présence basque sur le chantier de construction puisque le *Machault* a été construit à Bayonne. On pourrait ainsi envisager une influence de la tradition basque à travers l'exécution du schéma de clouage du navire. Les documents d'archives révèlent la présence de maître-charpentiers et de charpentiers avec des noms à consonance basque (Hargous, Detchevery Goyeneche, Haranchipi...) (*Tonnellier et charpentiers...1995*). Il est possible qu'ils aient conservé certaines traditions qui continuent de s'exprimer à travers les méthodes utilisées lors de la construction des navires.

Une seconde hypothèse suppose une homogénéisation de l'environnement technique au XVII^e et XVIII^e siècle. Cette hypothèse a déjà été posée par Charles Dagneau dans sa thèse de doctorat au sujet des outils du *Machault* et d'autres navires français du XVII^e et XVIII^e siècle, y compris les épaves de La Natière. Il s'en dégage un environnement technique naval relativement homogène et standard à travers l'Occident européen (Dagneau 2008 : 332-333). Dagneau en conclut que nous sommes en présence d'un phénomène d'uniformisation des savoirs techniques, voire même des connaissances scientifiques dans le domaine maritime pour l'ensemble de l'Europe occidentale au XVIII^e siècle (Dagneau 2008 : 334).

Ainsi, si le schéma alterné de gournables et de clous est typique de la construction basque au XV^e et XVI^e siècle, il semble se répandre par la suite et devenir un trait commun et utilisé à travers la France atlantique. Cela s'explique par le fait que les connaissances transcendent les régions voire les États. La publication des traités de construction navale et la formation des sociétés scientifiques permettaient de diffuser l'information. Les autorités envoient des scientifiques observer les chantiers étrangers afin d'en rapporter des observations et des améliorations à apporter à sa propre marine. Par exemple, Blaise Ollivier, en 1737, a été envoyé en Angleterre et en Hollande pour visiter les arsenaux afin d'observer les méthodes de conception architecturale et de construction (Vergé-Franceschi 2002 : 1083). Dans ce contexte, les caractéristiques régionales s'amenuisent et subissent une uniformisation dans l'espace. Les particularités basques du XV^e et XVI^e siècle, bien que conservées, ne se distinguent plus des autres régions atlantiques au XVIII^e siècle.

Au terme de ce mémoire, les résultats d'analyse du *Machault* auront permis de développer quelques clés d'interprétation des vestiges concernant les différentes étapes de la chaîne opératoire de ce navire. Les différents résultats obtenus semblent ainsi démontrer l'interdépendance qu'entretiennent les différentes étapes du projet architectural du navire.

L'archéologie du *Machault* a également remis en cause cette idée de rupture nette entre les constructions traditionnelles et scientifiques puisqu'il devait être difficile de faire disparaître

une tradition bien ancrée au sein des familles de charpentiers. Le XVIII^e siècle est plutôt une période de changement où se côtoient les charpentiers issus d'une école dite traditionnelle et les officiers et fonctionnaires qui privilégient l'innovation et le développement scientifique de la construction navale. Enfin, les résultats d'analyses du *Machault* participent à l'idée selon laquelle les caractéristiques régionales s'amenuisent et subissent une uniformisation dans l'espace de l'Europe atlantique.

Conclusion : de profonds changements

Au terme de cette présentation, qu'est-il possible d'avancer quant à l'industrie navale française de la région de Bayonne pour le milieu du XVIII^e siècle ? Cette période est principalement connue à travers les sources historiques et les traités de construction navale, car encore peu d'épaves du XVIII^e siècle ont fait l'objet d'une analyse architecturale détaillée. Cependant, le *Machault* met en lumière certains faits historiques et renouvelle le regard sur la construction navale du XVIII^e siècle.

Ce mémoire a approfondi en premier lieu les techniques liées à la foresterie et à l'approvisionnement en bois naval dans l'arrière-pays de Bayonne. Les pièces du bois du *Machault* indiquent une source de qualité, possiblement cultivée, ou à tout le moins à croissance gérée, afin d'optimiser le rendement industriel en milieu forestier. La conception architecturale du navire a révélé la présence d'un système d'arcs de cercle tangentiels à la façon des anciens constructeurs. Enfin, les témoins de la charpenterie et de la séquence d'assemblage du navire ont révélé la présence de plusieurs corps de métier. Tout au long de l'interprétation de ces résultats, il a été question de les situer par rapport aux méthodes traditionnelles de la construction navale basque et atlantique, et par rapport à l'uniformisation des techniques navales au cours du XVIII^e siècle.

L'environnement technique de la façade atlantique se révèle de plus en plus standardisé et homogénéisé et pourtant des éléments associés à la construction traditionnelle persistent. Souvent considéré comme le siècle des ruptures (Rieth 1996) et de l'accélération du mouvement scientifique à travers les institutions étatiques développées autour de la construction navale (Ferreiro 2010), le XVIII^e siècle s'avère cependant plus nuancé. Il ne s'agit pas d'une révolution nette et précise, mais plutôt une période de transition entre deux approches de la construction navale qui entraîne une modification profonde de l'industrie.

Cette période peut être comprise, entre autres, d'après la thèse de Thomas S. Kuhn sur la nature des révolutions scientifiques (Kuhn 2008). Elle stipule que, lorsqu'il y a apparition

d'un nouveau paradigme, celui-ci n'est pas immédiatement adopté par l'ensemble de la discipline. Au contraire, il doit apparaître meilleur que les autres paradigmes afin de gagner des adeptes. Durant cette période de probation, il y a un chevauchement entre l'ancien et le nouveau paradigme. Au cours de cette transition, les écoles antérieures tendent à disparaître au profit de nouvelles institutions qui rallient la majorité des acteurs du milieu. Seuls quelques individus s'accrochent à la vue ancienne et sont graduellement considérés comme étant extérieurs à la nouvelle spécialité et sont ignorés. La création de nouvelles institutions et de sociétés de spécialistes est liée au moment où un nouveau paradigme est accepté par la majorité. S'ensuit une période de déclin plus ou moins longue pour ceux qui restent fidèles à l'ancien paradigme.

S'il est difficile de parler d'un véritable changement de paradigme pour la construction navale, la thèse de Kuhn permet d'aborder la modification profonde qui opère au sein de l'industrie navale de la France de la seconde moitié du XVIII^e siècle. Appliquée à l'industrie de la construction navale et au cas particulier du *Machault*, la thèse de Kuhn explique la survivance de méthodes traditionnelles alors que le développement scientifique bat déjà son plein. Les méthodes proposées par le ministère de la Marine et enseignées dans les nouvelles institutions gagnent en importance, mais ne parviennent pas à gagner totalement les charpentiers rompus à l'ancienne méthode. Le changement est d'ores et déjà amorcé, mais il n'est pas complété et il est possible qu'il ne se complète jamais, le circuit traditionnel continuant d'évoluer dans les petits chantiers privés. Eric Rieth a démontré la longue survie des anciennes méthodes dans des petits chantiers dits traditionnels de construction d'embarcations de pêche et de cabotage même au XX^e siècle (Rieth 1996).

L'apparition de structures institutionnelles comme les écoles de Marine n'est donc pas le signe d'un changement technique définitif. Elles indiquent plutôt une volonté de changement, lequel va s'opérer à travers la pérennisation d'institutions comme la Marine et les écoles d'ingénieurs navals. Ces institutions sont des incitatifs à l'évolution et non pas une conséquence à celui-ci. Ainsi, malgré l'apparition de ces institutions dans les années 1740, il subsiste des charpentiers qui opèrent selon leurs connaissances traditionnelles et ils ne sont pas rayés des arsenaux dès la mise en place des nouvelles règles.

Bibliographie

- Adams, J. (2003). *Ships, Innovation and Social Change : Aspects of carvel shipbuilding in Northern Europe 1450-1850*. Stockholm Studies in Archaeology, vol. 24, University of Stockholm, Stockholm.
- Albion, R. (1926). *Forest and sea power. The timber problem of the Royal Navy 1652-1862*. Harvard University Press, Cambridge.
- Allard, M. (1970). *Henri-Louis Duhamel de Monceau et le ministère de la Marine*. Léméac, Montréal.
- Anonyme. (N.d). *Proposition de recherche sur le Machault, 1972*. Travail de recherche classé, Parcs Canada, Équipe d'archéologie subaquatique, inédit, Ottawa.
- Anonyme. (1982.). *Description et proposition de l'exposition des vestiges au centre d'interprétation*. Travail de recherche classé, Parcs Canada, Équipe d'archéologie subaquatique, inédit, Ottawa.
- Anonyme. (1991). *Dendrochronology Sampling*. Parcs Canada, Équipe d'archéologie subaquatique, inédit, Ottawa.
- Baillie, M. G. (1982). *Tree Ring Dating and Archaeology*. The University of Chicago Press, Chicago.
- Ballu, J - M. (2008). *Bois de Marine. Les bateaux naissent en forêt*. Éditions du Gerfaut, Bruxelles.
- Bamford, P. W. (1956). *Forests and French Sea Power, 1660-1789*. University of Toronto Press, Toronto.
- Barker, R. A. (1991). « Design of the Dockyards about 1600 ». Dans R. Reinders et K. Pauls (dir.) *Carvel construction techniques*, 5th ISBA Proceedings, Oxbow, Oxford.
- Barker, R., Loewen, B., et Dobbs, C. (2009). « Hull Design of the Mary Rose ». Dans Peter Marsden (dir.), *Mary Rose, Your Noblest Ship. Anatomy of a Tudor Warship*. Mary Rose Trust Ltd, Portsmouth : 34-65.
- Beattie, J., et Pothier, B. (1978). « La bataille de la Ristigouche ». Dans *Lieux historiques canadiens*, vol 16. Direction des Lieux et des Parcs historiques nationaux, Ottawa : 6-33.
- Blackburn, G. (1974). *The Illustrated Encyclopedia of Woodworking Handtools Instruments and Devices*. The Globe Pequot Press, Connecticut.

- Boudriot, J. (1992). *La frégate. Marine de France 1650-1850*. Éditions Ancre, Paris.
- Boudriot, J. (1991). « Propos sur les bois de marine sous l'Ancien Régime ». Dans *Neptunia*, vol. 182 (2) : 12-18.
- Boudriot, J. (1999). « Chênes et vaisseaux ». Dans Andrée Corvol (dir), *Forêt et Marine*. L'Harmattan, Paris : 339-247.
- Bouguer, P. (1746). *Traité du Navire, de sa construction et de ses mouvemens*. Jombert pour l'Artillerie et le Génie, Paris.
- Boyer, T. (2008). « Les pompes de cale du *Machault* ». Maîtrise en archéologie, Université de Paris 1 Panthéon-Sorbonne, Paris.
- Brien, M.C (2011). «Le cèdre blanc (*Thuja occidentalis*) dans le paysage culture en amont de Montréal au XIXe siècle. Une approche dendrochronologique». Maîtrise en archéologique, Université de Montréal, Montréal.
- Carrell, T. (2003). « From Forest to fairway : hull analysis of *La Belle*. A late 17th century French ship ». Thèse en archéologie, University of St. Andrews, Saint-Andrews.
- Castro, F. (2005). *The Pepper Wreck. A Portuguese Indiaman at the Mouth of the Tagus River*. Texas A&M University Press, College Station.
- Ciciliot, F. (2002). « Garbo Timber ». Dans H. Tzalas (dir), *Tropis VII, Seventh International Symposium on Ship Construction in Antiquity Proceedings*. Hellenic Institute for the Preservation of Nautical Tradition, Athènes : 255-265.
- Compte d'achat, frais et armement du navire Le Machault par le Capitaine Kanon pour le compte de Pierre Desclaux et fils de Bordeaux, 1759*. Fonds Marine et Colonies V7 346, no 12, Archives Nationales de France, Aix-en-Provence.
- Compte de construction, armement et mise-hors de la frégate Le Machault. 1758, Armée en course par MM. Simon Casauranc et Bertrand Piquesarry. À Bayonne, de l'Imprimerie de Jean Fauvet, Imprimeur de la Marine, près de Cinq-Cantons*. Jean Fauvet, Imprimeur de Marine, Bayonne.
- Creasman, P. P. (2010). « Extracting Cultural Information from Ship Timber ». Thèse en archéologie, Texas A&M University, College Station.
- Croizier, J. (1905). *Histoire du Port de Bayonne*. Imprimerie Y. Cadoret, Bayonne.
- Dagneau, C. (2002). « Les batteaux plats en Nouvelle-France ». Maîtrise en archéologie, Université de Paris 1 Panthéon-Sorbonne, Paris.

- Dagneau, C. (2004). « The Batteaux Plats of New France ». Dans *The International Journal of Nautical Archaeology*, vol. 33 (2) : 281-296.
- Dagneau, C. (2008a). *État de la recherche concernant la synthèse archéologique du Machault*. Travail de recherche classé, Parcs Canada, Équipe d'archéologie subaquatique, inédit, Ottawa.
- Dagneau, C. (2008b). « La culture matérielle des épaves françaises en Atlantique nord et l'économie-monde capitaliste, 1700-1760 ». Thèse en anthropologie, Université de Montréal, Montréal.
- Dagneau, C. (2011). *Bataille-de-la-Ristigouche, Recherches archéologiques subaquatiques 2010*. Travail de recherche classé, Parcs Canada, Équipe d'archéologie subaquatique, inédit, Ottawa.
- Daly, A. (2007). « Timber, Trade and Tree-rings. A dendrochronological analysis of structure oak timber in Northern Europe, c. AD 1000 to c. AD 1650 ». Thèse de Doctorat, University of Southern Denmark, Odense.
- Dassié, C. (1667). *L'architectural navale contenant la manière de construire les navires, galères et chaloupes, et la définition de plusieurs autres espèces de vaisseaux*. Imprimeur Jean de la Caille, Paris [Réimpression, Paris : Éditions Ancre, 1994].
- Daumas, M. (1962). *Histoire générale des techniques*. Vol. 1. Presses universitaires de France, Paris.
- Daumas, M. (1991). *Le cheval de César, ou le mythe des révolutions techniques*. Éditions des Archives contemporaines, Paris.
- Delhay, M. (1998). « L'épave médiévale de Cavalaire : un exemple de l'évolution navale architectural avant la Renaissance ». Dans *Itsas Memoria. Revista de Estudios Maritimos Del Pais Vasco*. Vol. 2, 43-48.
- Delmas, M., Nayling, N., Wazny, T., Loureiro, V., et Lavier, C. (2013). « Dendrochronological Dating and Provenancing of Timbers from the Arade 1 Shipwreck, Portugal ». Dans *The International Journal of Nautical Archaeology*, Vol. 42 (1), 118-136.
- Devis d'une frégate de 24 canons de 12 livres, 1757*. (1757). Archives de la Chambre de Commerce de La Rochelle, Carton XXII, Dossier 3, No 7460, Bayonne.
- Diderot, D. (1751). « Arts ». Dans *Encyclopédie ou dictionnaire raisonné des Sciences, des Arts et des Métiers*. Vol.1. Société de Gens de Lettres, Paris [Réimpression, Paris : Éditions Hermann, 1976].

- Duhamel Du Monceau, H-L. (1757). *Elemens de l'architecture navale ou traite pratique de la construction des vaisseaux*. Charles-Antoine Jombert, Imprimeur-Libraire du Roi pour l'Artillerie et le Génie, Paris.
- Duhamel Du Monceau, H-L. (1760). *Des semis et plantations des arbres, et de leur culture : ou méthodes pour multiplier et élever les arbres, les planter en massifs et en avenues, former les forêts et les bois; les entretenir, et rétablir ceux qui sont dégradés*. vol. 5 H. L. Guerin et L. F. Delatour, Paris.
- Eckstein, E. (1984). *Dendrochronological Dating*. European Science Foundation, Strasbourg.
- Ferreiro, L. D. (2010). *Ships and Science. The Birth of Naval Architecture in the Scientific Revolution 1600-1800*. MIT Press, Cambridge.
- Fournier, G. (1643). *Hydrographie, contenant la théorie et la pratique de toutes les parties de la navigation*. Soly, Paris [Réimpression, Grenoble : Éditions des 4 seigneurs, 1972].
- Gassmann, P. (2009). « Quand fromagers et boisseliers gruériens participaient à l'approvisionnement en bois de lutherie. Un exemple anglais datant de la fin du XVIII^e siècle ». Dans *Dater l'instrument de musique*. Cité de la Musique, Paris : 68-84.
- Gassmann, P., Lambert, G., Lavier, C., Bernard, V., et Girardclos, O. (1995). « Pirogues et analyses dendrochronologiques ». Dans Beat Arnold (dir), *Pirogues monoxyles d'Europe centra*, tome 2. Archéologie neuchâteloise, vol. 20, 89-127.
- Gauvin, K., et Dagneau, C. (2011). *L'ancre du Machault*. Rapport préliminaire, Parcs Canada, Équipe d'archéologie subaquatique, inédit, Ottawa.
- Gilles, B. (dir), (1978). *Histoire des Techniques*. Encyclopédie de la Pléiade, Tours.
- Goodburn, D. (2009). « Woodworking Aspects of the Mary Rose ». Dans Peter Marsden (dir), *Mary Rose, Your Noblest Ship. Anatomy of a Tudor Warship*. Mary Rose Trust Ltd., Portsmouth, 66-80.
- Goyhenetche, M. (1998). « La construction navale en Pays Basque Nord : état de la recherche et portrait chronologique ». Dans *Itsas Memoria. Revista de Estudios Maritimos Del Pais Vasco*, vol. 2, 147-168.
- Guibal, F., et Pomey, P. (2000). « Timber Supply and Ancient Naval Architecture ». Dans Carlo Beltrame (dirs.) *Boats, Ships and Shipyard, Proceedings of the Ninth International Symposium on Boat and Ship Archaeology*, Oxbow, Venice, 35-41.
- Guibal, F., et Pomey, P. (2002). « Essences et qualité des bois dans la construction navale antique. L'apport de l'étude anatomique et dendrochronologique ». Dans *Forêt Méditerranéenne*, vol. 23 (2), 91-104.

- Guibal, F., et Pomey, P. (2004). « Dendrochronologie et construction navale antique ». Dans *Revue d'Archéométrie*, vol. 28, 35-42.
- Grenier, R., Bernier, M.-A., Stevens, W., (dirs.), (2007). *The Underwater Archaeology of Red Bay. Basque Shipbuilding and Whaling in the 16th Century*. vol. 1-5, Parks Canada, Ottawa.
- Halleux, R. (2009). *Le savoir de la main. Savants et artisans dans l'Europe pré-industrielle*. Armand Collin, Paris.
- Hillam, J. (1987). « Sapwood Estimates and the Dating of Short Ring Sequences ». Dans R.G.W. Ward (dir.), *Applications of Tree-Ring studies. Currents Research in Dendrochronology and Related Subject*, BAR International Series, vol. 333, British Archaeological Reports, Londres, 165-185.
- Hoste, P. (1697). *Théorie de la construction des vaisseaux*. Imprimeur Anisson et Posuel, Lyon.
- Jenssen, V. et Murdock, L. (1981). « Review of the conservation of Machault ships timbers : 1973-1981 ». Dans David W. Grattan (dir.), *Proceeding of the ICOM Waterlogged Wood Working Group Conference*, International Council of Museums, Ottawa.
- Johnston, S. (1994). «Making Mathematical Practice : Gentleman, Practioners and Artisans in Elizabethan England», thèse de doctorat, Université de Cambridge, Cambridge.
- Kuhn, T. S. (1990). *La tension essentielle. Tradition et changement dans les sciences*. Gallimard, France.
- Kuhn, T. S. (1990). *La structure des révolutions scientifiques*. Flammarion, France.
- Lafrenière-Archambault, L. (2013). «Les navires vikings. Conception géométrique et architecture traditionnelle au Moyen-Âge scandinave». Mémoire en anthropologie, Université de Montréal, Montréal.
- Lambert, G. *et al.* (2011). « Datation précise des charpentes par la dendrochronologie - nouveau cadre méthodologique ». Dans Patrick Hoffsummer (dir.), *Les Charpentes Du XIe Au XIXe, Typologie et Évolution Dans Le Grand Ouest de La France*, Vol. 5, 3-18.
- Lambert, G. et Lavier, C. (1990). « Dendrochronologie et préhistoire ». Dans *Bulletin de la Société préhistorique française*, vol. 87(5) : 143-152.
- Lane, F. (1979). *Venetian Ships and the Shipbuilders of the Renaissance*. Johns Hopkins historical Publications, New York.
- Larochelle, A-M. (2008). «La chaloupe à quille en Nouvelle-France. Une embarcation et son milieu». Mémoire en anthropologie, Université de Montréal, Montréal.

- Lavier, C. (2014). *Compte-rendu. CRI 2014-03-27*. Laboratoire d'archéologie moléculaire et structurale, Université Pierre et Marie Curie et Centre national de la recherche scientifique, Paris.
- Lebeau, A. (2005). *L'engrenage de la technique*. Gallimard, France.
- L'Italien, R. (N.d.). *Bordeaux - Ristigouche 1760, une expédition peu connue*. Travail de recherche classé, Parcs Canada, Équipe d'archéologie subaquatique, inédit, Ottawa.
- Loewen, B. (1998). « Recent Advances in Ship History and Archaeology, 1450-1650 : Hull Design, Regional Typologies and Wood Studies » Dans *Revue d'histoire de la culture matérielle* no. 48, Musée National des Sciences et de la Technologie, Ottawa : 45-56.
- Loewen, B. (2000). « Forestry Practices and Hull Design, ca. 1400-1700 ». Dans *Fernando Oliveira and his Era : Humanisme and the Art of Navigation in Renaissance Europe (1450-1650)*. Éditions Guerreiro, Aveiro : 143-151.
- Loewen, B. (2001). « The Structures of Atlantic Shipbuilding in the XVIth century. An Archaeological Perspectives ». Dans *Proceedings, International Symposium on Archaeology of Medieval and Modern Ships of Iberian-Atlantic Tradition: Hull Remains, Manuscripts, and Ethnographic Sources : a Comparative Approach*. Instituto Português de Arqueologia, Lisbonne, 241-258.
- Loewen, B. (2007a). « La carène : de la conception et de la construction ». Dans R. Grenier, M.-A. Bernier, et W. Stevens (dirs.), *L'archéologie subaquatique de Red Bay. La construction navale et la pêche de la baleine basque au XVI^e siècle*. vol. 3. Parcs Canada, Ottawa, 27-139.
- Loewen, B. (2007b). « Le vaigrage, les ponts et les châteaux : une charpenterie adaptée pour la pêche de la baleine ». Dans R. Grenier, M.-A. Bernier, et W. Stevens (Dirs.), *L'archéologie subaquatique de Red Bay. La construction navale et la pêche de la baleine basque au XVI^e siècle*. vol. 3. Parcs Canada, Ottawa, 159-229.
- Loewen, B. (2007c). « Le navire de Red Bay et les structures de la construction navale basque ». Dans R. Grenier, M.-A. Bernier, et W. Stevens (Dirs.), *L'archéologie subaquatique de Red Bay. La construction navale et la pêche de la baleine basque au XVI^e siècle*. vol. 3. Parcs Canada, Ottawa, 271-344.
- Loewen, B., et Delhaye, M. (2003). « Oak growing, hull design and framing style. The Cavalaire-sur-Mer wreck, c.1470 ». Dans Lucy Blue, Fred Hocker et Anton Englert (dirs.), *Connected by the sea. Proceedings of the Tenth International Symposium on Boat and Ship Archaeology*. Oxbow, Roskilde, 99-104.
- Marsden, P. (dir), (2009). *Mary Rose Your Noblest Shippe. Anatomy of a Tudor Warship*. Mary Rose Trust Ltd, Portsmouth.

- Moore, J., et Laflèche, L. (1981). *Wood Identification from Le Machault*. Travail de recherche classé, Parcs Canada, Équipe d'archéologie subaquatique, inédit, Ottawa.
- Muckelroy, K. (1978). *Maritime Archaeology*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Oertling, T. (1998). « The Concept of Atlantic Vessel ». Dans Francisco J.S. Alves (Dir), *Proceedings of the International Symposium on Archaeology of Medieval and Modern Ships of Iberian Atlantic Tradition*. Centro Nacional de Arqueologia Nautica e Subaquatica, Trabalhos de Arqueologia 18, Lisbonne : 233-240.
- Ollivier, B. (1736). *Traité de construction*. [Réimpression, Nice : Édition Oméga, 1992].
- Panckoucke, C. J. (1786). *L'Encyclopédie méthodique ou par ordre de matières par une société de gens de lettres, de savants et d'artistes ; précédée d'un Vocabulaire universel, servant de Table pour tout l'Ouvrage, ornée des Portraits de MM. Diderot et d'Alembert, premiers Éditeurs de l'Encyclopédie*, vol. 3, Plomteux, Paris.
- Parcs Canada. (1970). *Structural Dimensions of the Remains of The Machault*. Travail classé, DB.BX.1.F07, Équipe d'archéologie subaquatique, Parcs Canada, Ottawa.
- Parcs Canada. (N.d). *Document relatant les numéros d'inventaire donnés aux pièces de bois*. Équipe d'archéologie subaquatique, Parcs Canada, Ottawa.
- Pfister-Langanay, C. (2005). *Constructeurs, charpentiers et navires à Dunkerque du XVIIe au XXe siècle*. Société Dunkerquoise d'Histoire et d'Archéologie, Dunkerque.
- Pomey, P., et Rieth, E. (2005). *L'archéologie navale*. Éditions Errances, Paris.
- Proulx, G. (1979). *Le Machault : quelques notes de recherche et documents nouveaux*. Travail de recherche classé, Parcs Canada, Équipe d'archéologie subaquatique, inédit, Ottawa.
- Proulx, G. (1981). *À la défense de la Nouvelle-France*. Travail de recherche no. 435, Parcs Canada, Équipe d'archéologie subaquatique, inédit, Ottawa.
- Proulx, G. (1982a). *Le Machault*. Travail de recherche classé, Parcs Canada, Équipe d'archéologie subaquatique, inédit, Ottawa.
- Proulx, G. (1982b). *Ristigouche en 1760 : terre de refuge*. Travail de recherche classé, Parcs Canada, Équipe d'archéologie subaquatique, inédit, Ottawa.
- Proulx, G. (1999). *Combattre à Ristigouche. Hommes et navires de 1760 dans la baie des Chaleurs*. Travail de recherche classé, Parcs Canada, Équipe d'archéologie subaquatique, inédit, Ottawa.
- Renau d'Elizagaray, Bernard. (1689). *De la théorie de la manœuvre des vaisseaux*. Edition Estienne Michallet, Paris.

- Rieth, E. (1996). *Le maître-gabarit, la tablette et le trébuchet : essai sur la conception non-graphique des carènes du Moyen-Âge au XXe siècle*. Éditions du CTHS, Paris.
- Rieth, E. (1997). « Essai d'évaluation des savoirs des constructeurs de navires au XVI^e siècle ». Dans Martine Accerra (dir.) *Coligny, les protestants et la mer*. Presses de l'Université de Paris-Sorbonne, Paris.
- Rieth, E. (dir), (1998a). « L'Arquitectura Naval ». Dans *Excavacions arqueologiques subaquatiques a Cala Culip. 2 Culip VI*. Museu d'Arqueologia de Catalunya, Girona : 115-190.
- Rieth, E. (dir), (1998b). *Concevoir et construire les navires. De la trière au picoteux*. Revue d'anthropologie des connaissances, vol. 13 (1), Érès, France.
- Rieth, E. (dir), (1998c). « Construction navale à franc-bord en Méditerranée et Atlantique (XIV^e-XVII^e siècles) et signatures architecturale : une première approche archéologique ». Dans *Méditerranée antique : pêche, navigation, commerce*, Actes du Congrès national des sociétés historiques et scientifiques, Éditions du CTHS, Paris : 120-121.
- Rieth, E. (2001). « Le cas de la France à la fin du XVII^e siècle : une même méthode de conception des navires au Ponant et au Levant ». Dans Francisco S.J Alves (dir.) *International Symposium on Archaeology of Medieval and Modern Ships of Iberian-Atlantic Tradition*. Lisbonne, 259-268.
- Rieth, E. (2002). « Le secret du savoir des constructeurs et sa rupture au cours du XVIII^e siècle à travers l'exemple des sources écrites françaises ». Dans *Deutsches Schifffahrtsarchiv*, vol. 25, 311-323.
- Rival, M. (1991). *La charpenterie navale romaine*. Travaux du Centre Camille-Julien, Centre National de Recherche Scientifique, Paris.
- Ross, L. A. (1981). *Eighteenth-Century French Naval Duties as Reflected by the Tools Recovered from Le Machault, a fifth-rate frigate sunk in Chaleur Bay, Quebec, AD 1760*. Microfiche Report Series No 137, Parcs Canada, Ottawa.
- Salaman, R. (1975). *Dictionary of Tools used in the woodworking and allied trades, c. 1700-1970*. MacMillan Publishing Company, New York.
- Schweingruber, F. H. (1988). *Tree rings : basics and applications of dendrochronology*. Springer Netherlands, Hollande.
- Stacey, C. (2014a). « Amherst, Jeffrey, 1er baron Amherst ». Dans *Dictionnaire biographique du Canada* (vol. 4). Université Laval/ University of Toronto. Repéré à : http://www.biographi.ca/fr/bio/amherst_jeffery_4F.html.

- Stacey, C. (2014b). « Wolfe, James ». Dans *Dictionnaire biographique du Canada* (vol. 3). Université Laval/ University of Toronto. Repéré à : http://www.biographi.ca/fr/bio/wolfe_james_3E.html.
- Steffy, R. (1994). *Wooden Ship Building and the Interpretation of Shipwrecks*. Texas A&M University Press, College Station.
- Stoddard, N. B. (1977). *Diving on the French Supply Ships (1760) in the Restigouche River 1969-72*. Travail de recherche classé, Parcs Canada, Équipe d'archéologie subaquatique, inédit, Ottawa.
- Sullivan, C. (1986). *L'héritage du Machault. Une collection d'artefacts du XVIII^e siècle*. Direction des Lieux et Parcs Historiques Nationaux, Parcs Canada, Ottawa.
- Szepertyski, B. (1999). *Datations en dendrochronologie «La Belle». Vaisseau de René Robert Cavelier de La Salle*. Laboratoire d'Analyses et d'Expertises en Archéologie et Oeuvres d'arts, Bordeaux.
- Tonneliers et charpentiers sur navires à Bayonne 17^e-18^e siècle*. D'après recherche en Archives Départementales des Pyrénées-Atlantiques, France.
- Underhill, R. (1986). *The Woodwright's Work Book. Further Explorations in Traditional Woodcraft*. The University of North Carolina Press, Chapel Hill.
- Vergé-Franceschi, M. (1991). *Marine et éducation sous l'Ancien Régime*. Presses du CBRIS, Éditions du Centre national de la recherche scientifique, Paris.
- Vergé-Franceschi, M. (dir), (2002). *Dictionnaire d'Histoire Maritime H – Z*. Collection Bouquins, Éditions Laffont, Paris.
- Villiers, P. (1991). *Marine royale, corsaires et trafic dans l'Atlantique de Louis XIV à Louis XVI^e*. Société dunkerquoise d'histoire et d'archéologie, Dunkerque.
- Waddell, P. (1972). *The Restigouche Underwater Archaeology Project : 1972*. Parcs Canada, Ottawa.
- Wade, B. (1980). *Résumé de la disposition des artefacts trouvés dans le navire Le Machault*. Parcs Canada, Ottawa.
- Zacharchuk, W. (1970). *Proposal to the Excavation of French Supply Ships in Restigouche - Phase II*. Travail de recherche classé, Parcs Canada, Équipe d'archéologie subaquatique, inédit, Ottawa.

Zacharchuk, W. et Stoddard, N. B. (1970). *1969 Underwater Excavations. Battle of the Restigouche Site. Chaleur Bay, P.Q.* Travail de recherche classé, Parcs Canada, Équipe d'archéologie subaquatique, inédit, Ottawa.

Zacharchuk, W., et Waddell, P. (1984). *Le recouvrement du Machault, une frégate du XVIIIe siècle.* Travail de recherche classé, Parcs Canada, Équipe d'archéologie subaquatique, inédit, Ottawa.

Glossaire

Sources :

BML - Bernier, M.A, Moore, C.D., et Loewen, B., (2007). « Glossaire ». Dans R. Grenier, M.-A. Bernier, et W. Stevens (Dir.), *L'archéologie subaquatique de Red Bay*, vol.5 Parcs Canada, Ottawa, 237-244.

P&R - Pomey, P., et Rieth, E. (2005). *L'archéologie navale*, Errances, Paris.

V1 - Vergé-Franceschi, M. (Dir.), (2002). *Dictionnaire d'Histoire Maritime A - G*, Collection Bouquins, Éditions Laffont, Paris.

V2 - Vergé-Franceschi, M. (Dir.), (2002). *Dictionnaire d'Histoire Maritime H - Z*, Collection Bouquins, Éditions Laffont, Paris.

Glossaire :

Allonge : pièce de charpente qui vient prolonger une autre pièce. En particulier, élément de membrure qui se situe dans le prolongement direct, ou indirecte, du genou (P&R).

Anguiller : canal ou trou aménagé dans une membrure pour permettre l'écoulement de l'eau (P&R).

Arc de la rentrée : arc court s'étendant au-dessus de l'arc du fort et se terminant par une rentrée en tangente droite (BML).

Arc du bouchain : arc correspondant au bouchain, qui remonte du plat dans l'arc du genou (BML).

Arc du fort : arc tournant du haut de l'arc du genou à la plus grande largeur de la carène où il intersecte l'arc de rentrée (BML).

Arc du genou : arc qui s'étend entre les arcs du bouchain et du fort (BML).

Arsenal : établissement national où l'on construit, entretient, répare et conserve les navires de guerre ainsi que leur armement (V1).

Bau : pièce de charpente transversale établie à une certaine hauteur du fond de la coque et destinée à maintenir l'écartement des flancs. Les baux servent aussi à supporter les bordages du pont (P&R).

Bordé : ensemble des planches (bordages) formant le revêtement extérieur d'une coque (P&R).

Bouchain : aire qui correspond à l'arc du bouchain, à l'intérieur du navire, ceci correspond également avec la zone de chevauchement entre les varangues et les genoux (BML).

Brion : pièce de charpente formant la liaison entre la quille et l'étrave (P&R).

Carène : flanc du navire, depuis la quille jusqu'à la ligne de flottaison (V1).

Carlingue : pièce de charpente disposée au-dessus des varangues, parallèlement à l'axe longitudinal de la quille (P&R).

Coque : Corps du navire sans ses mâts et équipement (V1).

Couple : ensemble de pièces de la charpente transversale qui forment deux branches symétriques élevées dans un plan perpendiculaire à l'axe longitudinal de la quille. La disposition entre les différents éléments d'un couple (varangue, genou, allonges) varie selon les époques et les types de bâtiments (P&R).

Creux : hauteur intérieure de la coque; le creux correspond à la hauteur considérée sous le premier pont (P&R).

Élancement : Longueur qui excède sur l'avant celle de la quille ou angle que forme l'étrave avec le prolongement de la quille (P&R).

Étambot : Pièce de bois plus ou moins vertical ou inclinée, de forme droite ou courbe, fixée sur l'extrémité arrière de la quille (P&R).

Étrave : Pièce de construction, plus ou moins inclinée, qui termine, à l'avant, la coque du navire (V1).

Face de tour : Emplacement sur une pièce équarries situé sur les côtés des pièces une fois qu'elles sont mises en place.

Fourcat : varangue en forme de V, située à l'extrême avant et à l'extrême arrière de la membrure d'un bâtiment (P&R).

Genou : élément intermédiaire d'une membrure qui se situe dans le prolongement d'une des deux branches d'une varangue (P&R).

Gournable : longue cheville de bois employée pour fixer les bordages et la membrure (P&R).

Lisse : latte établie provisoirement entre l'étrave et l'étambot durant la construction (P&R).

Maître-bau : Celui des bau qui est placé à la plus grande largeur du navire (V2).

Maître-couple : membrure centrale du navire (P&R).

Membrure : pièce de base de la charpente transversale dont la composition varie selon les époques et les types d'architectures (P&R).

Membrure flottante : groupe de pièces de membrure qui ne sont pas attachées ensembles (BML).

Mortaise : entaille pratiquée dans l'épaisseur d'une pièce de bois et destinée à recevoir un tenon (P&R).

Quête de l'étambot : inclinaison sur l'arrière de l'étambot (P&R).

Quille : pièce maîtresse de la charpente axiale de la coque d'un navire (P&R).

Sabord : embrasure plus ou moins quadrangulaire percée dans la muraille d'un bâtiment de guerre pour y passer la volée d'un canon (V2).

Talon : extrémité inférieure et/ou postérieure de certaines pièces de charpente (P&R).

Vaigrage : ensemble des vaigres (P&R).

Vaigre : bordage disposé sur la face intérieure des membrures (P&R).

Varangue : élément inférieur d'une membrure disposé perpendiculairement à l'axe longitudinal de la quille et sensiblement symétrique par rapport à cet axe. La varangue constitue la partie centrale de la membrure (P&R).

Annexe 1. Compte de construction, armement et mise hors de la frégate le *Machault* de Bayonne

*Compte de construction, armement et mise-hors de la frégate Le Machault. 1758, Armée en
course par MM. Simon Casauranc et Bertrand Piquesarry. À Bayonne, de l'Imprimerie de Jean
Fauvet, Imprimeur de la Marine, près de Cinq-Cantons. Jean Fauvet, Imprimeur de Marine,
Bayonne*

COMPTÉ
DE CONSTRUCTION,
ARMEMENT ET MISE-HORS
DE LA FRÉGATE
LE MACHAULT
DE BAYONNE,

Armée en course par MM. SIMON CASAURANC
& BERTRAND PIQUESARRY.



A BAYONNE;

De l'Imprimerie de JEAN FAUVET, Imprimeur de la Marine, près les Cinq-Cantons.

M. DCC. LVIII.

1758



COMPTÉ DE CONSTRUCTION, ARMEMENT ET MISE-HORS DE LA FRÉGATE LE MACHAULT DE BAYONNE,

DE CENT-HUIT PIEDS DE QUILLE PORTANT SUR TERRE, trente-deux pieds de largeur, avec un faux-pont dans la cale ; armée de vingt-quatre canons de 12 livres de balle sur son pont, deux canons de 6 livres sur son gaillard, & autres menues armes à proportion ; équipée de trois-cens vingt-cinq hommes ou environ ; sous le commandement du sieur Bernard Piquesarry ; & sortie de ce port le 25 janvier 1758, pour trois mois de course en mer contre les ennemis de l'Etat : ledit armement fait d'abord par les sieurs Jean-Joseph Casenove & Bertrand Piquesarry ; mais, par acte judiciaire en l'Amirauté de cette ville du 11 février 1758, ledit sieur Casenove a déclaré que l'armement étoit pour compte de M. Simon-Casauranc. Par cet ordre, celui-ci & ledit sieur Bertrand Piquesarry sont à présent les armateurs. La police d'armement a été enregistrée en l'Amirauté ledit jour onze février 1758.

CONSTRUCTION ET CORPS DU NAVIRE.

liv. s. den.



| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| U sieur Jean Hargous, pour la construction de ladite frégate, sculpture, menuiserie, & sa gratification ordinaire, suivant son reçu. | 75500. |
| A M. Gessroy Constructeur des vaisseaux du Roi, pour le plan de ladite frégate. | 600. |
| Au sieur Jean Hargous, pour calfatage, fournitures pour les ouvrages après que le navire a été lancé à l'eau, 860 fagots de bois à brûler, 2 cloches pesant 160 livres, suivant son mémoire & reçu. | 4139. 7. |

L. 80239. 7.

| Pour le montant en l'autre part | | liv. fol. den. | liv. fol. den. |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--------------------|----------------|
| Au fleur Nodain menuisier, pour ouvrages & fournitures au-delà de l'obligation du constructeur, suivant son compte | | L. 80239. 7. | |
| Au fleur Dubaqué, pour bray, goudron & planches, suivant son compte | | 1500. | 83142. 7. |
| Au fleur Dupuy perceur, suivant son compte | | 564. | |
| Au fleur Leon peintre, pour avoir peint ladite frégate, suivant son compte | | 24. | |
| Au fleur Laucel vitrier, suivant son compte | | 788. 16. 26. 4. | |
| M A T U R E. | | | |
| A M. Monho, pour une partie de mûture, suivant son compte | | 9600. | 16990. |
| Au même, pour deux perches, suivant son compte | | 180. | |
| A M. Casauranc, pour autre partie de mûture, suivant l'estimation du fleur Monho, suivant son compte | | 7060. | |
| Au même, pour une vieille vergue de la Marquise d'Amou, pour faire une vergue de petit hunier de rechange | | 150. | |
| C O R D I E R. | | | |
| Au fleur Jean Lanne, pour le cordage qu'il a fourni, suivant son compte | | 29367. | 30857. |
| A M. Casauranc, pour deux vieux cables & menu cordage pris du Printems, suivant l'estimation qui en a été faite, suivant son compte | | 1490. | |
| P O U L I E U R. | | | |
| A M. Casauranc, pour la plus grande partie des poulies & 24 affûts qu'il a fait venir de Saint-Sebastien & fait estimer ici par le fleur Boulart, suivant son compte | | 9587. 15. | 12287. 15. |
| Au fleur Boulart, pour son compte de poulies, compas & horloges, & pour rechanges, suivant son compte | | 2700. | |
| V O I L I E R. | | | |
| A M. Casauranc, pour toiles à voiles & étamines qu'il a fait venir d'Hollande, suivant ce qu'il m'a passé en son mémoire | | 14360. | 18148. |
| Au fleur Cabarrus, pour façon & fournitures, suivant son compte | | 3788. | |
| F O R G E R O N. | | | |
| Au fleur Pucheu, pour cinq ancrs, toute la ferrure & mitraille, suivant son compte | | 13910. | 14374. 5. |
| Au fleur Etcheverry ferrurier, pour ses ouvrages, suivant son compte | | 464. 5. | |
| F E R B L A N Q U I E R. | | | |
| Au fleur Leblanc, pour chaudières, fer-blanc, fanaux, suivant son compte | | 2216. 18. | 3801. 9. |
| Au fleur Louis Nogués, pour plomb, escubiers, dalots, étain & balles de fusil | | 1584. 11. | |
| T O N N E L I E R. | | | |
| Au fleur Pierre de Saa, pour les futailles à eau, rabattage & 45 barriques de vin qu'il a fourni, suivant son compte | | 5422. | L. 179600. 16. |
| Au fleur Dandicolle, pour souillots, gamelles, bidons, futailles & rabattages, suivant son compte | | 566. | |
| | | L. 5988. | |

Pour le montant ci-contre

Montant ci-contre les articles du Tonnellier

L. 179600. 16.
L. 5988. 179600. 16.

Au sieur François Candau, pour une autre partie de souillots, bidons & gainelles, & pour des futailles à mettre du biscuit, suivant son compte

228.

6216.

MEDICAMENS ET CHIRURGIEN.

Au sieur Rochet apothicaire, pour le coffre de médicaments, suivant son compte

2234.

A M. Lafargue, pour une caisse d'instrumens qu'il a fait venir de Paris, suivant son compte

342. 18.

Au sieur Darricarrère marchand, pour toiles pour les matelats pour les malades, & autres articles, suivant son compte

447. 16.

A M. Forcade, pour laine pour lesdits matelats, suivant son compte

296. 8.

3321. 2.

ARTILLERIE

ET MENUES-ARMES.

18 canons de 12 livres de balle achetés à M. de Lagrange par M. Cafenove, avec environ 200 boulets du même calibre, suivant son compte

18768.

6 canons de 12 livres venus de Bordeaux avec six pierriers, suivant le compte de M. Lafont de Bordeaux

6176. 6.

Pour le fret desdits 6 canons de Bordeaux ici, suivant le connoissement

557. 14.

2 canons de 6 livres de balle achetés à M. Forcade, avec quelques boulets du même calibre, suivant son compte

1066. 8.

26568. 8.

26 canons.

A rendre ou à payer à la Citadelle 800 boulets de 12 livres de balle, pesant 9600 livres, que je passe au prix que M. le Comte d'Amou les fait payer, faut à faire bon le plus ou le moins, avec 120 grenades aussi prises de la citadelle

1596.

Au sieur Danso, pour avoir garni lesdites 120 grenades, suivant son compte

120.

Au sieur Juvinet, pour des gargouilles de parchemin, suivant son compte

441.

Au sieur Chaton, pour gargouilliers, sceaux de cuir, suivant son compte

331.

A M. Van Oosterom, pour buches de buis pour les canons, suivant son compte

89. 5.

2577. 5.

A M. Cafenove, pour fusils, pistolets, sabres, couteaux de chasse & outils pour l'armurier, qu'il a fait venir de Saint-Etienne, suivant son compte

6741.

A la veuve de Saint-Pierre d'Irube forgeron, pour évanails de fer pour les canons, 60 haches d'armes, 60 menottes, & autres articles, suivant son compte

376. 16.

A M. Cafaubon, pour 5900 livres de poudre à canon, à 103 le cent

6077.

A M. Cafauranc, pour 600 livres de poudre prise de l'Amiral

600.

A M. Sallenave, pour 147 livres idem, suivant son compte

147.

A M. Cafaubon, pour 417 livres idem fine, à 30 livres, avec les barrils

625. 10.

14567. 6.

L. 232850. 17.

JOURNÉES ET FRAIS.

Un compte au détail que m'ont fourni le capitaine & le sieur Labadie écrivain, pour journées pour faire la garniture, garnir le navire, charger le lest, arimage des vivres, gabarres, rouleurs, liege pour les canons, avirons, frais de route des équipages venus de Marseille, avec ceux de l'officier, leur dépense ici pendant leur séjour, expéditions & autres articles, suivant leur compte

| | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|------------|
| A M. Casauranc, pour les frais qu'il a payé à Marseille, pour la levée des équipages, & pour des avances, suivant qu'il m'a passé en son mémoire | liv. sols. den. | 19970. 10. |
| A déduire pour ce que j'ai retenu, lors des avances, sur partie desd. équipages, pour les à comptes donnés à Marseille | 4281. | |
| Pour frais de voiture qui m'ont été reconnus par M. Casauranc pour les équipages de la Françoise & l'Amiral, venus en même tems | L. 1427. 11. 2187. 12. 760. 12. | 2093. 8. |

LES AUTRES ARTICLES.

| | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-----------|
| A M. Casauranc, 140 quintaux matches de fer en barre qu'il a fait venir de Saint-Sebastien, suivant son compte même, pour environ 70 quintaux de fer coulé pris du bord de l'Amiral, & que je passe en son mémoire à trois livres le cent | 2547. | |
| A M. Berouette d'Ustaris, pour lest de pierre, dix-sept bâteaux de bois à brûler, & pour avoir fait faire l'eau de provision, suivant son compte | 210. | |
| A M. Meillan, pour fayance, mèche, verres, suivant son compte | 832. | 4090. 16. |
| A M. Saboulin, pour cuillères, fourchettes, couteaux & autres articles, suivant son compte | 307. 18. 193. 18. | |
| A M. Lafalle, pour toile pour napes de cuisine, suivant son compte | 148. 3. | |
| A Marion du Maine, pour linge de table, suivant son compte | 626. | |
| A Cassajus, pour cuillères de buis & autres articles, suivant son compte | 30. | |
| Aux sieurs Duchem & Lannes orfèvres, pour cinq sifflets d'argent, suivant leurs comptes | 268. | |
| Au sieur Sallenave, pour des avirons cassés au Boucau, suivant son compte | 9. | 11701. |
| Aux sieurs Varangon & Lordon, pour papier, encre, cire, &c. suivant leur compte | 130. 17. | |
| Au sieur Lebrun capitaine du guet, pour cordons de foye, & pour avoir arrêté des matelots des équipages, & au olier du Reduit | 53. | |
| A M. Ducraron, pour une pompe aspirante & refoulante qu'il a fait venir de Bordeaux, avec les frais, suivant son compte | 136. | |

CHAPELLE.

| | |
|------------------------------------------------------|------|
| A M. Candau, pour la chapelle avec tous ses ornemens | 446. |
|------------------------------------------------------|------|

DEPENSE AU BOUCAU.

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| A la veuve Bergeret, pour bœuf, veau & mouton, suif, suivant son compte | 3825. 7. |
| A la veuve Parcade, pour pain blanc & bis qu'elle a fourni, suivant son compte | 1062. 4. |
| A Saubade Darricam, pour jambons, graisse & saucisses, suivant son compte | 227. 15. |
| | L. 5115. 6. L. 261152. 11. |

Pour le montant ci-contre

Monte ci-contre la dépense au Boucau

liv. sols den.
L. 261152. 11.

liv. sols den.
L. 5115. 6.

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| A Laporte boulanger, idem | 1397. 11. |
| A Petite Lafaye, pour poisson, morue, sardines, ceufs, suivant son compte | 1043. |
| A Aguote Dugrathon, pour légumes, oignons, ails, suivant son compte | 300. |
| A Dandicolle, pour deux barriques de vin vieux, suivant son compte | 120. |
| Au sieur Benoit de Saa, 45 barriques dito qui sont passées ci-devant dans son compte, suivant son mémoire. | |
| A Mlle. la veuve Saint-Jean, six dito pour la chambre, à 63 livres | 378. |
| Au sieur Dhuirat, pour eau-de-vie de genievre & pour la campagne, suivant son compte | 112. 4. |
| Au sieur Sallaberry, pour 27 pintes vin d'Espagne. | 16. 4. |
| A Mlle. la veuve Laparade, pour vingt-huit livres de café brûlé & moulu, & pour la campagne | 44. 16. |
| A M. Faurie épicier, pour sucre en pain & épiceries, tant pour le Boucau que pour le voyage, suivant son compte | 404. 7. |
| A M. Lassalle aussi épicier, pour chandelles, suif & épiceries pour le voyage, suivant son compte | 673. 2. |
| A une femme du Boucau, pour avoir blanchi le linge de table | 13. 13. |

9618. 3.

VIVRES POUR LA CAMPAGNE.

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| A la veuve Duplat, pour 377 quinaux & demi de biscuit, cuit plus qu'à l'ordinaire, à 14 livres 5 sols le cent, suivant son compte | 5379. 2. |
| A la même, pour frais de transport, ficelle, louage des sacs, pour les porter à bord, suivant son compte | 127. 8. |
| A MM. Lichigaray & compagnie, pour 158 barricoirs de vin de Caronne, à 54 livres la barrique, suivant leur compte | 8532. |
| A M. Caulouque, pour 25 dito, à 58 livres, suivant son compte | 1450. |
| A M. Lafargue, pour une barrique & demie de Capbreton, suivant son compte | 168. |
| A M. Moracin de Berens, pour huit futailles d'eau-de-vie d'Armagnac, valant 399, à 56 sols la velle, suivant son compte | 1117. 4. |
| A Mlle. la veuve Galbarrer, pour deux tierçons d'eau-de-vie d'Handaye & genievre, & onze douzaines de cuisses d'oie, suivant son compte | 264. 10. |
| Au sieur Laurens Darribau, pour liqueurs & marmelade, suivant son compte | 96. |
| A Catherine Laborde, pour fromage, beurre, ceufs, anchoyes, tant pour le boucau que pour le voyage, suivant son compte | 1084. |
| A M. Casauranc, pour 40 barrils de bœuf, à 60 livres, suivant son compte | 2400. |
| Au même, pour 10 barrils de petit-salé, à 32 livres | 320. |
| Au même, pour deux barrils de suif pesant 451 livres, à 42 livres le cent | 189. 8. |

5506. 10.

10150.

1477. 14.

3993. 8.

L. 291898. 6.

| Pour le montant en l'autre part: | | | liv. | fol. | den. | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|-------|------|------|---------------|
| | | | | | | L. 291898. 6. |
| Au fleur Dutilh d'Orthez, pour jambons, cuisses d'oye, petit-salé, filers à la graisse, & 24 barrils de farine, suivant son compte | | | 2100. | | | } 2760. |
| Au fleur Desfilé, pour langues fourrées, dindons & canards à la graisse, suivant son compte | | | 600. | | | |
| Au fleur Manescau, pour douze douzaines de cervelats, suivant son compte | | | 60. | | | |
| A Mlle. Detcheverry, pour 955 livres d'huile d'olives, à 50 livres, suivant son compte | | | 477. | | | } 5276. |
| A M. Larremendy, pour un bout d'huile pesant 156 livres. | | | 81. | | | |
| A M. Candau, pour 25 quintaux de morue, quatre barrils de beurre, une barrique de ris, montant ensemble, suivant son compte | | | 1229. | 8. | | |
| Au fleur Denis Charlan, pour cinq cochons en viè, suivant son compte | | | 100. | | | } 988. |
| A Marie Biron, pour poules, canards, dindes, œufs, tant pour le Boucau que pour le voyage, suivant son compte | | | 988. | | | |
| A la veuve Lifsonde, pour vieux linge, linceuls, serviettes, 85 conques de fèves grosses, 30 idem blanches, 14 conques de pois & lentilles, 70 idem de blé-d'Inde, frais de transport, vinaigre, sel, vaisselle de Biarritz, six quintaux de morue fine, suivant son compte & reçu | | | 2334. | 12. | | |
| Au fleur François Boucher, pour deux barrils de tripes | | | 66. | | | |
| A U T R E S F R A I S. | | | | | | |
| Au fleur Piquesarry capitaine, pour gratifications des soins qu'il s'est donné pendant la construction, & pour faire les équipages | | | 1800. | | | } 2696. |
| Aux fleurs Dupuy & Gerard seconds, pour leurs soins & dépenses | | | 540. | | | |
| Au fleur Labadie, écrivain & au nommé Raphaël, pour faire des équipages | | | 350. | | | |
| A M. Candau, pour les frais d'un courrier envoyé à Paris, & autres frais pour le bien des armemens, suivant la répartition faite par MM. Castro & Barrere | | | 412. | 16. | | } 701. 10. |
| A Gichon tillolier, pour les services qu'il a faits pendant que la frégate a resté au Boucau, 67 jours, à 3 livres par jour | | | 201. | | | |
| A maître Deus, pour avoir levé une ancre & la faire porter ici | | | 12. | | | |
| A M. Domenger, pour fret du bœuf & petit-salé de Saint-Jean-de-Luz ici, suivant son compte | | | 33. | 14. | | |
| A un homme, pour avoir coupé deux bâteaux de bois au Boucau | | | 12. | | | |
| Pour divers tours de tillole, pour faire aller l'équipage à bord | | | 30. | | | |
| Aux pilotes de la Barre & au pilote-major, pour la sortie & avoir amarré & défarré, donné du secours pendant le mauvais tems, & passé la roche, suivant le biller de l'écrivain | | | 498. | 4. | | } 884. 4. |
| A la veuve Duplat, pour dix pains le jour de la sortie, à 29 sols 4 deniers | | | 14. | 12. | | |
| Pour l'enregistrement de la police & impression du présent compte | | | 92. | | | |
| Pour deniers perdus & oubliés | | | 279. | 8. | | |
| L. 304210. | | | | | | |

Pour le montant ci-contre

liv. sols. den.
L. 304210.

Pour les avances à 375 personnes pour l'équipage qu'on a engagé, & dont environ 50 ont déferlé, partie avec les avances, d'autres avec des à comptes, suivant le rôle qui m'a été remis par l'écrivain de bord

54746.

A déduire pour 17 pieces de toile à voile de la seconde qualité, qui ont resté chez le sieur Cabarrus, du surplus de ce qui a été employé, & que ledit sieur Cabarrus a estimé à 58 livres piece, & dont je me charge L. 986.
Pour frais qui m'ont été reconnus par M. Forestier, pour journées qui sont passées au compte de l'écrivain le jour que le navire échoua à la Porte-Marine

L. 358956.

1108.

122.

Commission à trois pour cent

L. 357848.

10735. 8.

L. 368583. 8.

Nous soussignés, intéressés audit armement, auditeurs de comptes, certifions avoir examiné & trouvé juste le présent compte d'armement, montant à la somme de trois cens soixante-huit mille cinq cens quatre-vingt-trois livres huit sols, suivant même les comptes & reçus à nous produits. En foi de quoi nous avons joint. A Bayonne, le 15 février 1758.

Signé JOSEPH CANDAU & JEAN CASTERA.

Simon J. Candau

Annexe 2. Devis de construction d'une frégate de 24 canons, 1757

Devis d'une frégate de 24 canons de 12 livres, 1757. (1757). Archives de la Chambre de Commerce de La Rochelle, Carton XXII, Dossier 3, No 7460, Bayonne.

Retranscrit par : Charles Dagneau (2008). « La culture matérielle des épaves françaises en Atlantique nord et l'économie-monde capitaliste, 1700-1760 ». Thèse en anthropologie, Université de Montréal, Montréal.

« Bayonne 2 mars 1757

Devis d'une frégate de 24 canons de 12 en une batterie propre pour la course sur le plan de M Geffroy constructeur pour le Roy en ce port

Scavoir longueur de l'étrave à l'étambot : 128 Pieds

Largeur au me gabarit : 32 6 pouces [NDA]

Creux au me gabarit de dessus la rablure de la quille a la ligne droite au dessus du bau : 17

Élancement d'étrave : 14

Quête à l'étambot : 2

Longueur de la quille portant sur terre : 112

Cette fregatte n'aura qu'un Pont sur lequel seront places 24 canons de 12'' il y aura un gaillard derriere qui se terminera au dessus du grand Sept de drisse, et qui aura de hauteur contre le bord de Planche en Planche 5 pieds 7 pouces, et tout en arriere du Capestant de la fosse aux cables de 6 pouces et aura de hauteur à cet endroit 5 pieds et 6 pouces et tout en avant 5 pieds et 7 pouces.

Il y aura un Entrepont pratiqué au dessous du Pont et pris dans la calle qui aura une hauteur de Planche en Planche 5 pieds 2 pouces 6 lignes de l'avant à l'arriere et lié de même que le Pont, et pour aider cet Entrepont, on pratiquera entre la fourrure de Gouttiere et la serre Bauquiere du Pont de la Ste Barbe contre la cloison des etages pour y placer le gardefeux, au au

dessus des Baues dans cette meme Ste barbe on placera des Rateliers pour les Escoffillons et Gargousses en avant contre les bittes il sera fait une cloison en travers pour la fosse au lion.

Dans la calle il y aura une Archipompe autour du pied du grand mat dont les montans et bordages qui doivent en faire le revêtement seront de chaine, en avant de cette archipompe sera le Parquet à boulet qui sera contigû a cette Archipompe il y aura une Plateforme pour la distribution des vivres et une Ecoutille pour y descendre les futailles dans la calle, en arrière de cette Plateforme à vivres de chaque coté seront les Souttes a Pain avec un corridor au milieu pour la communication de l'Ecoutille aux vivres a la soutte a Poudre mais on doit observer que ces souttes doivent avoir plus de hauteur que la Plateforme aux vivres en arrière des souttes à Pain sera la soutte de rechange du me Canonnier ou il sera la communication de la Ste barbe, en dessous des souttes à Pain sera la soute a poudre avec une archipompe pour y placer un fanal, en arrière des souttes à pain le long de bord on laissera une espace convenable pour pouvoir obvier aux accidents imprévus qui, peuvent survenir dans le combat sur le pont, entre le premier & second sabord de l'avant on placera de chaque côté une cuisine l'une pour la capitaine & l'autre pour l'Equipage

La barre du Gouvernail sera placée dans la grande chambre et au cas quelle vint a manquer on pourra en placer une autre au dessus du gaillard le Gouvernail devant se lever au dessus du gaillard et la mortoise toute préparée pour recevoir cette seconde barre.

Dimensions des Pieces toutes Ecarries

La quille sera composée de quatre pièces, non compris le Brion ou Ringeau elle aura de hauteur 14 pouces du dessous de la quille au dessus de la Rablure et 12 pouces de largeur, les Ecartes auront au moins 4 pieds 1/2 de longueur, et au dessus de cette quille une contrequille de 4 pouces depaisseur, Toutes les varangues genoux et allonges auront sur le droit 8 pouces, sur le Gabariage ses couples auront 16 pouces sur la quille a la pre lisse 8 pouces 9 lignes a la 2de 8 pouces 4 lignes a la 3e 7 pouces 10 lignes a la 4e 7 pouces 5 lignes a la 5e 8 pouces 4 lignes qui est la lisse du Sort a la 6e lisse 5 pouces 6 lignes enfin la 7e lisse ou celle du Platbord 4 pouces les mailles entre chaque couple seront de 8 pouces a 8 1/2 ou plus Les ampatures de couples auront au moins 4 pieds 6 pouces à 5 pieds de longueur et seront liés par trois chevilles en chaque empature de 9 lignes de grosseur dans le fond et dans les oeuvres mortes de 8 lignes seulement., la carlingue aura depais^r 8 p.^{ces} et sera entaillée de l'avant a l'arrière de 2 pouces et

chaque virure aura largeur 7 pouces 6 lignes et retenue independemment des cloux par des chevilles de fer de 15 lignes de grosseur et virollée sur la carlingue, en avant et en arriere sur les varangues sera placé un marsouin dont chacun sera chevillé avec les varangues, l'Etrave l'Etambot et la carlingue les vaigrages en dedans auront depaisseur 2 pouces 1/2 et ce vaigrage sera en plein jusqu'à la hauteur du lest avec des accotards entre chaque membre pour empecher les lest de se répandre dans les mailles et entre les vaigrages en dedans il y aura un pied 6 pouces entre chaque virure les serres Bauquieres du faux pont auront depaisseur 3 pouces et 6 lignes et celles en dessous 3 pouces et de largeur 10 à 12 pouces.

Les baues de ce faux Pont autant de largeur du le droit 9 pouces, et sur le tour 8 pouces éloignés l'un de l'autre de 3 pieds à 3 pieds 6 pouces, mais ceux des Ecoutilles seront plus Ecoutilles seront plus écartés l'un de l'autre, tous les beaux seront entaillés dans les serres Bauquière de 3 pouces 6 lignes a queue d'Aronde toute les courbes auront 6 pouces et 6 lignes sur le droit et une a chaque bout des baues qui seront liés contre le bord par trois chevilles de fer, l'autre branche qui embrasse la baue par trois autre chevilles qui seront goupillées sur la courbe entre chaque double rang d'Iloires sera plaqué des traversins ou Entremises entaillées dans les beaux et les barrotins de même entaillés dans les Iloires pour soutenir le calfetage.

À ce faux pont on placera en avant une Guirlande sur lesquels les bordages seront cloués et cette guirlande sera bien chevillée contre le bord et Etrave, et toutes les chevilles bien rivées, et de grosseur convenable, en dessous de ce faux-pont, il sera de même placé deux autres guirlandes chevillées comme celle du faux-pont, en arriere dans les façons il sera placé deux courbes décusson de chaque cotté du marsouin et posée obliquemt sur les barres et membres qui seront bien chevillés.

Les Iloires auront 3 pouces et 6 lignes d'épaisseur et endantées dans les beaux a dents couvertes de 1 pouces et 6 lignes et auront de largeur 8 pouces & seront de chaine. Le premier rang des Gouttieres qui est contre le bord aura 8 pouces d'épaisseur sur 9 pouces de largeur et entaillée de 2 pouces, dans les baux, et chevillées par dehors et virollée sur les côtés des baux et toutes ces pièces seront de chaine, il y aura sur les deux ponts et de chaque cotté un tire-point de l'avant en arriere de largeur & epaisseur correspondant, bien chevillé, tous les bordages du faux-pont seront de planche de prusse a la reserve des Etambrais des mats.

Les serres Gouttieres auront depaisseur 3 pouces 6 lignes et 10 pouces de largeur à chaque virure, observant quil y aura deux virures à chaque côté, au dessus de la Gouttiere les

bordages qui seront au dessus de la serre Gouttiere jusqu'au dessous de la serre Bauquiere auront d'épaisseur 2 pouces 6 lignes.

Les Baux du Pont auront sur le droit 10 pouces, et sur le tour 9 pouces, et seront entaillés à queue d'Aronde dans la serre Bauquiere de 3 pouces, et les serres qui auront d'épaisseur 3 pouces 6 lignes et 10 à 12 pouces de largeur et une guirlande en avant entre chaque rang d'Iloires d'un bou à l'autre sera mis des traversins ou entremises de l'avant à l'arrière, comme au aux-pont pour soutenir les barrotins dont ces derniers seront entaillés dans les Iloires comme les traversins dans les baux et une courbe à chaque bout du baue et qui seront liés contre le bord avec les beaux comme au faux pont, les Iloires n'auront que 4 pouces 6 lignes d'épais et seront entaillées dans les baux comme les precedentes de 1 pouces 6 lignes à dent couverte.

Les ferrures des Gouttieres auront d'épaisseur 8 pouces entaillées a dent couverte de 2 pouces dans les baux, et elles auront de largeur sur le tour au can d'en haut 7 pouces.

Les Gouttieres auront d'épaisseur 5 pouces et seront entaillées dans les Baux a queue d'aronde de 2 pouces et auront de largeur 9 à 10 pouces et liées avec le bord et le pont comme ceux du faux pont, le reste du pont sera bordé de planches de sapin de 3 pouces d'épaisseur le faux pont sur 2 pouces sous le Gaillard d'avant, à cause des cuisines, et à l'endroit des Etambrais des mats et cabestan qui seront bordés de chaine.

Les Serres Gouttieres auront d'épaisseur 3 pouces 6 lignes et 8 pouces de largeur pour chaque rang de virures, le reste du Ribord en dedans entre chaque sabord seront bordés de planches de sapin de 2 pouces 6 lignes d'épaisseur. Sur le pont seront places les bittes et leurs taquets, traversins et coussins sept de drisse pour le grand hunier, bitton d'hune de grand hunier, et caillebotis et tous les dalots necessaires pour l'ecoulement des eaux.

Dans l'Entrepont, comme dans la calle, les Epontilles avec les Iloires renversés les barots des gaillards d'arriere et d'avant auront 7 pouces de largeur sur le droit, et 6 pouces sur le tour entaillé dans la serre bauquiere, et cette serre aura d'épaisseur 3 pouces et 10 de largeur, les gouttières auront d'épaisseur 5 pouces entaillées dans le barrot de 2 pouces et auront de largeur 12 pouces.

Les Iloires du milieu auront 3 pouces 6 lignes d'épaisseur et les autres de même entaillés dans le barrot de 1 pouces 6 lignes bordés de planches de sapin de 2 pouces avec des traversins, ou entre mise et barrotins comme aux ponts et liés de même. Sur le gaillard d'avant sera placé le sept de drisse de mizaine dont le pied reposera contre le taquet des bittes du côté de tribord et

entaillée sous le dit Gaillard sera placé les Epontilles et tourniquet ces derniers avec leurs galoches.

Sur ces gaillards sera fait des fronteaux soutenus par des courbes, & sur lesquelles sera posée un Plat bord à chaque, tant aux deux fronteaux de gaillard qu'à celui en entrant dans l'Eperon, avec les Batayolles & tisses nécessaires, comme aussi tous les taquets nécessaires tant grands que petits ainsi que les Passavants.

Les bordages en dehors depuis la quille jusqu'au faux pont seront de trois pouces d'épaisseur, & depuis le faux pont jusqu'au dessous de la Precinte, ils augmenteront à proportion jusques à 5 pouces d'épaisseur, le pre & seconde Precinte auront d'épaisseur 5 pouces 6 lignes, de largeur 10 à 11 pouces, et le remplissage 5 pouces 6 lignes, et 10 à 12 pouces de largeur de chaîne ainsi que les bordages et la virure audessus de la 2e. Precinte qui aura 3 pouces d'épaisseur et depuis cette virure jusqu'au Plat bord Bordé de Planches de Sapin de 2 pouces 6 lignes d'épaisseur, les lisses de Plat bord Bordé de Planches de Sapin de 2 pouces 6 lignes d'épaisseur, les lisses de Plat bord et lisse de Rabatue seront façonnées en y faisant passer une moulure sur chaque lisses, à chaque virure de bordages on observera de mettre un clou à chaque membre et une gournable et une cheville de fer à chaque bout de bordages.

Dans la grand Chambre on pratiquera deux sabords de retraite, garnis comme ceux de la batterie des crocs et organeaux pour le service du canon, comme aussi ceux sur le Pont Bittes & toutes les chevilles à boucles tant sur le Pont que sur le gaillard. Il fera de même le gouvernail garni de ses serrures avec les deux barres et Roue, la demy l'une dans la grand chambre, et dans toutes les chambres des officiers il sera fait un lambris contre le bord et plafonnés entre les barrots.

Dans la grande chambre de l'ambrissage sur les cottés et plafonnés de même aussi bien que les autres chambres entre les barrots comme aussi tous les chassis nécessaire pour toutes les chambres sans exception.

Les Bitacles et toutes les Echelles tant pour descendre entrepont que pour monter sur les gaillards les porte haubans avec leurs courbes garnis de leurs chaînes, les deffences, dogues, d'amures, Eperon, Pompes, et généralement ce qui concerne le navire sans exception

Entre nous le Sieur Pre, Ante. Barerce, neg. et Joseph Laporte me constructeur, tous deux de cette ville, sommes convenus d'un commun accord, que ledt Sr. Laporte s'engage a construire la fregatte du devis cy dessous pour porter 24 canons de 12# sur le pont avec toute la précision possible, suivant le plan et sur led. devis des echantillon a luy remis, et que toutes les liaisons seront faites avec toute l'exactitude possible. »

Annexe 3. Liste annotée des sources concernant les vestiges du *Machault*

La description des sources concernant les vestiges du *Machault* s'est avérée nécessaire pour rendre compte de la disponibilité et la nature des connaissances actuelles. Il s'agit de l'ensemble des documents fournis par Charles Dagneau, Équipe d'archéologie subaquatique, Parcs Canada.

Documentation écrite

Anonyme. (s.d). *Proposition de recherche sur le Machault, 1972. Travail de recherche classé, Parcs Canada, inédit, Ottawa.*

Projet de recherche pour la saison 1972 comportant une description de la méthode mise en place pour remonter les vestiges à la surface et le protocole de traitement des pièces une fois hors de l'eau.

Anonyme. (1982). *Description et proposition de l'exposition des vestiges au centre d'interprétation, Documentation Parcs Canada, Ottawa.*

Document anonyme du projet pilote d'exposition qui décrit les différentes étapes du projet. Ce document renseigne les modifications apportées au projet et le traitement des pièces en lien avec la mise en exposition.

Anonyme. (1991). *Dendrochronology Sampling. Travail classé, Parcs Canada, Ottawa.*

Projet d'échantillonnage et de datation dendrochronologique mené sur les pièces entreposées dans les locaux de Parcs Canada à Ottawa. La datation n'a jamais eu lieu, mais les échantillons ont été prélevés et sont documentés dans ce rapport.

Boyer, T. (2008). « Les pompes de cale du *Machault* ». *Maîtrise en archéologie, Université de Paris 1 Panthéon-Sorbonne, Paris.*

Mémoire de maîtrise portant sur les artefacts et structures retrouvées en lien avec le système de pompe de cale du *Machault*. Cette étude comporte une longue section sur la comparaison historique et archéologique de plusieurs systèmes de pompe de cale.

Bradley, C. (1981). *The Ship's Fitting Rigging Components and Rope Recovered from the Wreck of Le Machault. Rapport sur microfiche No. 192, Parcs Canada, Ottawa.*

Rapport de culture matérielle sur les différentes composantes du gréement du *Machault* retrouvées sur le site de fouille.

Compte de construction, armement et mise hors de la frégate Le Machault. 1758, Armée en course par MM.Simon Casauranc et Bertrand Piquesarry. À Bayonne, de l'Imprimerie de Jean Fauvet, Imprimeur de la Marine, près de Cinq-Cantons. M.DCC.LVIII. Jean Fauvet, Imprimeur de Marine, Bayonne.

Document d'archives de 1758 rapportant les dimensions du *Machault*. Il ne s'agit cependant pas des dimensions confirmées archéologiquement.

Dagneau, C. (2008a). *État de la recherche concernant la synthèse archéologique du Machault*. Service d'archéologie subaquatique, Parcs Canada, Ottawa.

Il s'agit d'une bibliographie commentée réalisée dans l'objectif d'établir ce qui est disponible et ce qui doit être fait afin de rédiger une synthèse archéologique du *Machault*. On retrouve une bibliographie de l'ensemble des documents disponibles sur le *Machault*.

Jenssen, V. et Murdock, L. (1981). « Review of the conservation of *Machault* ships timbers : 1973-1981 ». Dans David W. Grattan (Dir.), *Proceeding of the ICOM Waterlogged Wood Working Group Conference*, International Council of Museums, Ottawa.

Article publié en 1981 dans les actes d'un colloque sur la préservation des bois provenant de milieu humide. Les auteurs abordent les différentes étapes du traitement et rendent compte des difficultés rencontrées durant le processus. Ce document permet de mieux envisager l'état de conservation actuel des vestiges.

Moore, J., et Laflèche, L. (1981). *Wood Identification from Le Machault*, Parcs Canada, Ottawa.

Petit rapport de trois pages qui documente les identifications d'essences menées sur 72 artefacts du *Machault*. Les structures architecturales n'ont pas été intégrées dans cette identification, mais on y retrouve les poulies et autres composantes du gréement.

Notes de fouilles, 1969-1972

Un nombre important de notes de fouilles sont conservées dans les archives de Parcs Canada à Ottawa. Plusieurs dessins de sous-opérations sont disponibles. Il s'agit principalement de documentation de terrain.

Parcs Canada. (1970). *Structural Dimensions of the Remains of The Machault*. Travail classé, DB.BX.1.F07, Parcs Canada, Ottawa.

Document sur les dimensions des structures en place du *Machault* et les propositions de sections à remonter à la surface en termes de potentiel archéologique et muséologique.

Parcs Canada. (n.d). *Document relatant les numéros d'inventaire donnés aux pièces de bois*, Parcs Canada, Ottawa.

Document description de 285 pièces de bois remontées à la surface durant les campagnes de fouille et leur numéro d'identification. Il s'agit des numéros d'identification de fouille et non pas des numéros de conservation.

Proulx, G. (1979). *Le Machault : quelques notes de recherche et documents nouveaux*. Parcs Canada, Ottawa.

Premier document relatant le devis de construction d'une frégate de 24 canons. Les fournies par le compte de construction de 1757 sont présentées.

Proulx, G. (1982a). *Le Machault*. Travail inédit, Parcs Canada, Ottawa.

L'auteur rapporte l'histoire du *Machault* et les dimensions théoriques d'après le traité de construction de Pierre Bouguer de 1746 ainsi que l'aménagement intérieur d'après le devis de construction de la frégate de 24 canons considéré être le *Maréchal de Senneterre*.

Proulx, G. (1999). *Combattre à Ristigouche. Hommes et navires de 1760 dans la baie des Chaleurs*. Parcs Canada, Ottawa.

Ouvrage de nature historique à partir des vestiges architecturaux du *Machault*. Des dimensions sont mentionnées, mais l'auteur ne précise pas s'il s'agit de dimensions théoriques, de dimensions prises directement sur les vestiges ou de sources historiques qu'il a consultées. Plusieurs pistes de recherches sont énoncées quant à la construction du XVIII^e siècle.

Stoddard, N. (1977). *Diving on the French Supply Ships (1760) in the Restigouche River 1969-72*. Inédit, Parcs Canada, Ottawa.

Rapport sur le travail exécuté sur le site de fouille entre 1969 et 1972 rapportant les méthodes de fouilles utilisées pour dégager et remonter les artefacts. Une section informe de conditions dans lesquels les dessins de fouilles ont été réalisés.

Waddell, P. (1972). *The Restigouche Underwater Archaeology Project : 1972*. Parcs Canada, Ottawa.

Rapport écrit après la remontée des surfaces des vestiges qui rend compte des opérations menées pour la sortie et le traitement des pièces une fois hors de l'eau.

Zacharchuk, W. (1970). *Proposal to the Excavation of French Supply Ships in Restigouche - Phase II*. Inédit, Parcs Canada, Ottawa.

Proposition de fouille pour l'année 1970 et des méthodes à utiliser pour atteindre les objectifs. Plusieurs méthodes d'enregistrement des données ont dû être abandonnées puisque la visibilité s'est avérée nulle, voire inexistante.

Zacharchuk, W. et Stoddard, N.B (1970). *1969 Underwater Excavations. Battle of the Restigouche Site. Chaleur Bay, P.Q.*, Travail de recherche classé, Parcs Canada, inédit, Ottawa.

Premier rapport des fouilles archéologiques menées en 1969. Peu d'informations concernant le *Machault*, mais on y retrouve la description de la méthode de désignation des unités de fouilles.

Zacharchuk, W., et Waddell, P. (1984). *Le recouvrement du Machault, une frégate du XVIII^e siècle*. Parcs Canada, Ottawa.

Petit ouvrage ayant pour objectif la description des méthodes de fouilles et les sections dégagées puis remontées à la surface. Il permet de rendre compte des choix et justification concernant les sections choisies. Il n'y a cependant aucune information concernant le système de classification, l'enregistrement des artefacts et les dimensions de la structure architecturale.

Documentation graphique

Dessins de fouilles

Un total de 236 documents classés selon l'opération et la sous-opération avec les dessins réalisés par les plongeurs à la fin de la fouille du lot.

Relevés archéologiques

398 relevés sont disponibles dans les archives de Parcs Canada. Plusieurs concernent différentes structures archéologiques, mais également des reconstitutions hypothétiques. Un document faisant l'inventaire de ces relevés est disponible.

Photographie

3868 photographies permettent de documenter les différentes étapes du projet archéologique dont plusieurs concernent la remontée des structures et leur entreposage dans les locaux de Parcs Canada. Une liste permet d'identifier le sujet de la photographie.

Plan de site

Plusieurs plans de site sont disponibles, réalisés à différents moments durant la fouille. Le plus complet est celui présenté dans la thèse de doctorat de Charles Dagneau (Dagneau 2008b) et présenté dans le présent ouvrage à la figure 5.

Documentation d'inventaire

Machault Timbers Inventory

Fichier d'inventaire des pièces de bois portant à la fois le numéro donné durant les fouilles archéologiques et celui fourni lors de la conservation. Les dimensions des pièces sont fournies.

2M Catalogue des photos avant 2000

Fichier d'inventaire photographique comprenant la date de la photographie et un descriptif.

Annexe 4. Présentation des données brutes

| No. des pièces | Type de pièce | Essence | Nombre de cernes présents | Débitage | Fil du bois | no. tag | Localisation |
|-------------------|---------------|------------------------------|---------------------------|---------------|-------------|---------|--------------|
| 2M99A6-60 | Planche | <i>Quercus sp.</i> | ±10 | Cœur/Quartier | - | 6060 | Parcs Canada |
| 2M9915-758 | Planche | <i>Quercus sp.</i> | - | Dosse | - | - | Parcs Canada |
| SN-...2 | Planche | <i>Quercus sp.</i> | 25-30 | Faux-Quartier | - | - | Parcs Canada |
| LTN-6115 | Planche | <i>Quercus sp.</i> | 15 | Dosse | - | - | Parcs Canada |
| 2M99A6-255 | Planche | <i>Quercus sp.</i> | 15 | Dosse | - | 4663 | Parcs Canada |
| 2M99A6-72b | Planche | <i>Quercus sp.</i> | 15-20 | Faux-Quartier | - | - | Parcs Canada |
| LTN-6056 | Planche | <i>Quercus sp.</i> | 15 | Quartier | - | - | Parcs Canada |
| <u>N.D</u> | Planche | <i>Quercus sp.</i> | 20 | Faux-Quartier | - | - | Parcs Canada |
| <u>N.D</u> | Planche | <i>Quercus sp.</i> | 25 | Quartier | - | - | Parcs Canada |
| <u>N.D</u> | Planche | <i>Quercus sp.</i> | 20 | Cœur | - | - | Parcs Canada |
| 2M99A6-91 | Planche | <i>Quercus sp.</i> | - | Quartier | - | 4666 | Parcs Canada |
| 2M99A6-231 | Planche | <i>Quercus sp.</i> | 20 | Dosse | - | 6059 | Parcs Canada |
| N.D | Planche | <i>Quercus sp.</i> | 20 | Cœur | - | - | Parcs Canada |
| 2M99A6-85 | Planche | <i>Quercus sp.</i> | - | Quartier | - | 6064 | Parcs Canada |
| 2M99A6-257 | Planche | <i>Quercus sp.</i> | 28 | Quartier | - | - | Parcs Canada |
| 2M99A6-264 | Planche | Chêne (<i>Quercus sp.</i>) | - | Quartier | - | - | Parcs Canada |
| 2M99A6-233 | Planche | Chêne (<i>Quercus sp.</i>) | - | Faux-quartier | - | 6093 | Parcs Canada |
| <u>2M99A6-190</u> | Planche | Chêne (<i>Quercus sp.</i>) | - | - | - | - | Parcs Canada |
| 2M99A6-253 | Planche | Chêne (<i>Quercus sp.</i>) | 12 | Cœur/Cœur | - | 6015 | Parcs Canada |
| 2M99A6-269 | Planche | Chêne (<i>Quercus sp.</i>) | 20 | Doss | - | 4664 | Parcs Canada |
| 2M99A6-87 | Planche | Chêne (<i>Quercus sp.</i>) | 15 | Dosse | - | 4776 | Parcs Canada |
| <u>2M99A6-59</u> | Planche | Chêne (<i>Quercus sp.</i>) | 10 | Cœur | - | 4762 | Parcs Canada |
| 2M99A6-219 | Planche | Chêne (<i>Quercus sp.</i>) | 58 | Quartier | - | 4811 | Parcs Canada |
| 2M99A6-82 | Planche | Chêne (<i>Quercus sp.</i>) | 30 | Cœur | - | 6008 | Parcs Canada |
| 2M99A6-92 | Planche | Chêne (<i>Quercus sp.</i>) | 15 | Cœur | - | 6083 | Parcs Canada |
| 2M99A6-88 | Planche | Chêne (<i>Quercus sp.</i>) | 10 | Quartier | - | 5712 | Parcs Canada |
| 2M99A6-? | Planche | Chêne (<i>Quercus sp.</i>) | 12 | Quartier | - | - | Parcs Canada |
| 2M99A6-268 | Planche | Chêne (<i>Quercus sp.</i>) | 25 | Quartier | - | - | Parcs Canada |

| | | | | | | | |
|------------|---------|------------------------------|----|---------------|---|------|--------------|
| 2M99A6-243 | Planche | Chêne (<i>Quercus sp.</i>) | - | Quartier | - | 4783 | Parcs Canada |
| 2M99A6-232 | Planche | Chêne (<i>Quercus sp.</i>) | - | Quartier | - | 4958 | Parcs Canada |
| N.D | Planche | Chêne (<i>Quercus sp.</i>) | - | Cœur | - | - | Parcs Canada |
| 2M99A6-25 | Planche | Chêne (<i>Quercus sp.</i>) | - | - | - | 6036 | Parcs Canada |
| 2M99A6-242 | Planche | Chêne (<i>Quercus sp.</i>) | 12 | Quartier | - | - | Parcs Canada |
| 2M99A6-244 | Planche | Chêne (<i>Quercus sp.</i>) | 15 | Quartier | - | 4846 | Parcs Canada |
| 2M99A6-117 | Planche | Chêne (<i>Quercus sp.</i>) | - | Quartier | - | 6158 | Parcs Canada |
| N.D | Planche | Chêne (<i>Quercus sp.</i>) | 10 | Quartier | - | - | Parcs Canada |
| 2M99A6-240 | Planche | Chêne (<i>Quercus sp.</i>) | 10 | Quartier | - | - | Parcs Canada |
| 2M99A6-220 | Planche | Chêne (<i>Quercus sp.</i>) | 20 | Faux-Quartier | - | 4845 | Parcs Canada |
| 2M99A6-757 | Planche | Chêne (<i>Quercus sp.</i>) | 40 | Cœur | - | - | Parcs Canada |
| 2M99A6-758 | Planche | Chêne (<i>Quercus sp.</i>) | 49 | Dosse | - | - | Parcs Canada |
| 2M_001 | Vaigre | Chêne (<i>Quercus sp.</i>) | 22 | - | - | - | Ristigouche |
| 2M_002 | Vaigre | Chêne (<i>Quercus sp.</i>) | 26 | - | - | - | Ristigouche |
| 2M_003 | Vaigre | Chêne (<i>Quercus sp.</i>) | 46 | - | - | - | Ristigouche |
| 2M_004 | Vaigre | Chêne (<i>Quercus sp.</i>) | 46 | - | - | - | Ristigouche |
| 2M_005 | Vaigre | Chêne (<i>Quercus sp.</i>) | 28 | - | - | - | Ristigouche |
| 2M_006 | Vaigre | Chêne (<i>Quercus sp.</i>) | 17 | - | - | - | Ristigouche |
| 2M_007 | Vaigre | Chêne (<i>Quercus sp.</i>) | 30 | - | - | - | Ristigouche |
| 2M_008 | Vaigre | Chêne (<i>Quercus sp.</i>) | 35 | - | - | - | Ristigouche |
| 2M_009 | Vaigre | Chêne (<i>Quercus sp.</i>) | 23 | - | - | - | Ristigouche |
| 2M_010 | Vaigre | Chêne (<i>Quercus sp.</i>) | 34 | - | - | - | Ristigouche |
| 2M_011 | Vaigre | Chêne (<i>Quercus sp.</i>) | 20 | - | - | - | Ristigouche |
| 2M_012 | Vaigre | Chêne (<i>Quercus sp.</i>) | 27 | - | - | - | Ristigouche |
| 2M_013 | Bordé | Chêne (<i>Quercus sp.</i>) | 28 | - | - | - | Ristigouche |
| 2M_014 | Bordé | Chêne (<i>Quercus sp.</i>) | 39 | - | - | - | Ristigouche |
| 2M_015 | Bordé | Chêne (<i>Quercus sp.</i>) | 27 | - | - | - | Ristigouche |

| | | | | | | | |
|-------------------|----------------|------------------------------|-------|-----------------------------|--------------------------|------|--------------|
| 2M_016 | Bordé | Chêne (<i>Quercus sp.</i>) | 30 | - | - | - | Ristigouche |
| 2M_017 | Bordé | Chêne (<i>Quercus sp.</i>) | 25 | - | - | - | Ristigouche |
| 2M_018 | Bordé | Chêne (<i>Quercus sp.</i>) | 50 | - | - | - | Ristigouche |
| 2M_019 | Bordé | Chêne (<i>Quercus sp.</i>) | 17 | - | - | - | Ristigouche |
| 2M_020 | Bordé | Chêne (<i>Quercus sp.</i>) | 17 | - | - | - | Ristigouche |
| 2M99A6-34 | Demie-varangue | <i>Quercus sp.</i> | 30 | Cœur-Dosse | B | 5999 | Parcs Canada |
| 2M99A6-46 | Genou | <i>Quercus sp.</i> | 20 | Cœur / Cœur | A | 4934 | Parcs Canada |
| 2M99A6-45 | Genou | <i>Quercus sp.</i> | 12 | Cœur-F.Quartier | A | 4897 | Parcs Canada |
| 2M99A6-193 | Membrure | <i>Quercus sp.</i> | 20 | Cœur-F.Quartier | A | 4965 | Parcs Canada |
| 2M99A6-192 | Genou | <i>Quercus sp.</i> | 15 ? | - | B (Gros nœud) | 4852 | Parcs Canada |
| 2M99A6-47 | Genou | <i>Quercus sp.</i> | 25 | F.Quartier/F.Quartier | A | 4752 | Parcs Canada |
| 2M99A6-69 | Membrure | <i>Quercus sp.</i> | 68 | Cœur/Cœur | Secteur 5 5-21 B (nœuds) | 4748 | Parcs Canada |
| 2M99A6-317 | Membrure | <i>Quercus sp.</i> | - | Cœur/Cœur | B | 4032 | Parcs Canada |
| 2M99A6-195 | Genou | <i>Quercus sp.</i> | 20-25 | Cœur/Cœur | B | - | Parcs Canada |
| 2M99A6-209 | Genou | <i>Quercus sp.</i> | 15 | F.Quartier/F.Quartier | A | 4171 | Parcs Canada |
| 2M99A6-42 | Genou | <i>Quercus sp.</i> | 25 | F.Quartier/F.Quartier | B | - | Parcs Canada |
| <u>2M99A6-210</u> | Genou | <i>Quercus sp.</i> | 25 | - | A | 4660 | Parcs Canada |
| LTN4320 | Courbe/Genou | <i>Quercus sp.</i> | 20 | Faux-Quartier / F. Quartier | B | - | Parcs Canada |
| 2M99A6-113 | Membrure | <i>Quercus sp.</i> | 25 | - | - | 6134 | Parcs Canada |
| 2M99A6-164 | Membrure | <i>Quercus sp.</i> | 30 | - | - | 6089 | Parcs Canada |
| 2M99A6-126 | Membrure | <i>Quercus sp.</i> | 20 | - | - | 6014 | Parcs Canada |
| 2M99A6-211 | Membrure | <i>Quercus sp.</i> | - | Dosse / Dosse | C | - | Parcs Canada |
| 2M99A6-199 | Membrure | <i>Quercus sp.</i> | 10 | Dosse/Cœur | - | 6071 | Parcs Canada |
| 2M99A6-71 | Membrure | <i>Quercus sp.</i> | 15 | Cœur/Faux-Quartier | B | 5999 | Parcs Canada |
| N.D | Membrure | <i>Quercus sp.</i> | 25 | Cœur/Faux-Quartier | A | - | Parcs Canada |
| N.D | Membrure | <i>Quercus sp.</i> | 40 | Cœur/Faux-Quartier | A | - | Parcs Canada |
| 2M99A6-301 | Membrure | <i>Quercus sp.</i> | 25 | Cœur/Faux-Quartier | A | 6162 | Parcs Canada |
| <u>2M99A6-22</u> | Membrure | <i>Quercus sp.</i> | 60 | Cœur/Faux-Quartier | B | 4746 | Parcs Canada |
| 2M99A6-20 | Membrure | <i>Quercus sp.</i> | 30 | Dosse/Cœur | B | 4753 | Parcs Canada |
| 2M99A6-304 | Membrure | <i>Quercus sp.</i> | 32 | Dosse/Cœur | B | 4812 | Parcs Canada |
| <u>2M99A6-319</u> | Membrure | <i>Quercus sp.</i> | 25 | F.Quartier/F.Quartier | B | 6080 | Parcs Canada |
| 2M99A6-314 | Membrure | <i>Quercus sp.</i> | 30 | Cœur/Cœur | B | 5455 | Parcs Canada |

| | | | | | | | |
|-------------------|----------------|------------------------------|----|-----------------------|----------------------------|-------------|--------------|
| 2M99A6-71 | Membrure | <i>Quercus sp.</i> | 15 | Cœur/Faux-Quartier | B | 5999 | Parcs Canada |
| 2M99A6-295 | Membrure | <i>Quercus sp.</i> | 15 | Cœur/F.Quartier | A | 6156 | Parcs Canada |
| 2M99A6-311 | Membrure | <i>Quercus sp.</i> | - | Dosse/Cœur | B | 6151 | Parcs Canada |
| 2M99A6-289 | Membrure | <i>Quercus sp.</i> | 30 | - | A | 6155 | Parcs Canada |
| 2M99A6-292 | Membrure | <i>Quercus sp.</i> | 25 | Cœur/Cœur | A | 6013 | Parcs Canada |
| <u>2M99A6-305</u> | Membrure | <i>Quercus sp.</i> | 20 | Cœur/Cœur | A | 6004 | Parcs Canada |
| 2M99A6-297 | Membrure | <i>Quercus sp.</i> | 15 | - | B | 4606 | Parcs Canada |
| 2M99A6-321 | Membrure | <i>Quercus sp.</i> | 25 | Cœur/Cœur | B | 6149 | Parcs Canada |
| 2M99A6-287 | Membrure | <i>Quercus sp.</i> | 30 | Cœur/F.Quartier | A | 4769 | Parcs Canada |
| 2M99A6-36 | Membrure | <i>Quercus sp.</i> | 30 | Cœur/F.Quartier | C | 4609 | Parcs Canada |
| 2M99A6-291 | Membrure | <i>Quercus sp.</i> | - | Cœur/F.Quartier | A | 6011 | Parcs Canada |
| <u>LTN4615</u> | Varangue | <i>Quercus sp.</i> | - | Cœur/F.Quartier | Pièce fendue, incomplète | - | Parcs Canada |
| <u>2M99A6-13</u> | Genou | <i>Quercus sp.</i> | - | Cœur/Faux-Quartier | C | 4612 | Parcs Canada |
| 2M99A6-16 | Genou | <i>Quercus sp.</i> | 20 | Cœur/Faux-Quartier | B | 4676 / 4665 | Parcs Canada |
| 2M99A6-15 | Genou | <i>Quercus sp.</i> | - | Cœur/F.Quartier | B | 4671 | Parcs Canada |
| 2M99A6-24 | Membrure | <i>Quercus sp.</i> | 50 | Dosse /Dosse | - | 4611 | Parcs Canada |
| 2M99A6-... | Membrure | <i>Quercus sp.</i> | - | Dosse /Dosse | Plat puis angle rapide (B) | - | Parcs Canada |
| 2M99A6-21 | Membrure | Chêne (<i>Quercus sp.</i>) | 15 | Cœur/Cœur | B | 4177 | Parcs Canada |
| 2M99A6-28 | Demie-varangue | Chêne (<i>Quercus sp.</i>) | 30 | Cœur/Dosse | - | 4735 | Parcs Canada |
| <u>2M99A6-27</u> | Demie-varangue | Chêne (<i>Quercus sp.</i>) | - | Cœur/Dosse | - | 5436 | Parcs Canada |
| 2M99A6-306 | Membrure | Chêne (<i>Quercus sp.</i>) | 25 | Cœur/Cœur | B (Pièce tordue) | 4750 | Parcs Canada |
| 2M99A6-316 | Membrure | Chêne (<i>Quercus sp.</i>) | 20 | F.Quartier/F.Quartier | B (pièce tordue) | 4834 | Parcs Canada |
| 2M99A6-15 | Membrure | Chêne (<i>Quercus sp.</i>) | - | Cœur/F.Quartier | B | 4671 | Parcs Canada |
| 2M99A6-318 | Membrure | Chêne (<i>Quercus sp.</i>) | 30 | Cœur/F.Quartier | A | 4756 | Parcs Canada |
| 2M99A6-322 | Membrure | Chêne (<i>Quercus sp.</i>) | 20 | Cœur/F.Quartier | A | 6154 | Parcs Canada |
| 2M99A6-295 | Membrure | Chêne (<i>Quercus sp.</i>) | 38 | Cœur/Cœur | A | 6156 | Parcs Canada |
| 2M99A6-311 | Membrure | Chêne (<i>Quercus sp.</i>) | 20 | Cœur/Dosse | A | 6151 | Parcs Canada |
| 2M99A6-9 | Genou | <i>Quercus sp.</i> | - | - | Pièce emballée | 5699 | Parcs Canada |
| 2M99A6-763 | Membrure | Chêne (<i>Quercus sp.</i>) | 42 | - | - | - | Parcs Canada |

| | | | | | | | |
|------------------|------------------------------------|------------------------------|----|-----------------------|------------------------|--------------|----------------------------------|
| 2M99A6-999 | Membrure | Chêne (<i>Quercus sp.</i>) | 32 | - | - | - | Parcs Canada |
| 2M99A6-34 | Pièce de remplissage, demi-fourcat | <i>Quercus sp.</i> | - | Faux-Quartier | B | 5999 | Parcs Canada |
| 2M99A6-31 | Courbe de pont | <i>Quercus sp.</i> | - | Cœur | A (présence branche) | 6099 ou 6609 | Parcs Canada |
| <u>N.D</u> | Inconnu | <i>Quercus sp.</i> | 30 | Cœur/Dosse | - | - | Parcs Canada |
| <u>N.D</u> | Quille | <i>Quercus sp.</i> | 52 | Cœur/Cœur | - | - | Parcs Canada + dendrochronologie |
| <u>N.D</u> | - | <i>Quercus sp.</i> | 25 | Quartier | - | - | Parcs Canada |
| <u>2M99A6-51</u> | Fourcat | <i>Quercus sp.</i> | - | - | - | - | Parcs Canada |
| <u>N.D</u> | Accotar | <i>Quercus sp.</i> | - | Quartier | - | - | Parcs Canada |
| 2M99A6-245 | Accotar | Chêne (<i>Quercus sp.</i>) | - | - | - | 4986 | Parcs Canada |
| <u>N.D</u> | Inconnu | Chêne (<i>Quercus sp.</i>) | - | Dosse | B | - | Parcs Canada |
| 2M99A6-300 | - | Chêne (<i>Quercus sp.</i>) | - | Quartier/ ? | - | 4832 | Parcs Canada |
| 2M99A6-310 | - | Chêne (<i>Quercus sp.</i>) | 35 | Cœur | B | 6081 | Parcs Canada |
| <u>2M99A6-77</u> | Pièce droite avec tenon | Chêne (<i>Quercus sp.</i>) | - | Cœur/N.D | (A) | 5999 | Parcs Canada |
| <u>N.D</u> | Carlingue ? Serre-Baucquière | Chêne (<i>Quercus sp.</i>) | 35 | D.Tronc/F.Quartier | B | - | Parcs Canada |
| <u>2M99A6-72</u> | Serre-Baucquière | Chêne (<i>Quercus sp.</i>) | 10 | F.Quartier/F.Quartier | Pièce avec encoche (A) | 6007 | Parcs Canada |
| 2M99A6-196 | Accotar ? Serre-Baucquière ? | Chêne (<i>Quercus sp.</i>) | - | Faux-Quartier | Pièce avec encoche (A) | 4947 | Parcs Canada |
| 2M99A6-260 | Préceinte ? Serre-Baucquière ? | Chêne (<i>Quercus sp.</i>) | 20 | Quartier | - | 6051 | Parcs Canada |
| 2M99A6-246 | Inconnu | Chêne (<i>Quercus sp.</i>) | - | Faux-Quartier | - | 4628 | Parcs Canada |
| 2M99A6-276 | Inconnu | Chêne (<i>Quercus sp.</i>) | - | - | - | | Parcs Canada |
| 2M99A6-222 | Inconnu | Chêne (<i>Quercus sp.</i>) | 15 | Cœur | - | 4960 | Parcs Canada |
| 2M99A6-759 | Inconnu | Chêne (<i>Quercus sp.</i>) | 51 | Dosse | - | - | Parcs Canada |
| 2M99A6-760 | Inconnu | Chêne (<i>Quercus sp.</i>) | 38 | Quartier | - | - | Parcs Canada |
| 2M99A6-762 | Inconnu | Chêne (<i>Quercus sp.</i>) | 52 | Dosse | - | - | Parcs Canada |

Annexe 5. Rapport d'analyse dendrochronologie

Laboratoire d'archéologie moléculaire et structurale

Catherine LAVIER
Archéodendrométrie

Paris, le 27 mars 2014

| |
|------------------------------------------------------|
| <p>Compte-rendu CRI 2014-03-27</p> |
|------------------------------------------------------|

Date d'intervention : Fev-Mars 2014

Objet : datation par dendrochronologie de séries dendrochronologiques issues de bois de la frégate française LE MACHAULT (QU-CA)

Intervenant : Catherine Lavier

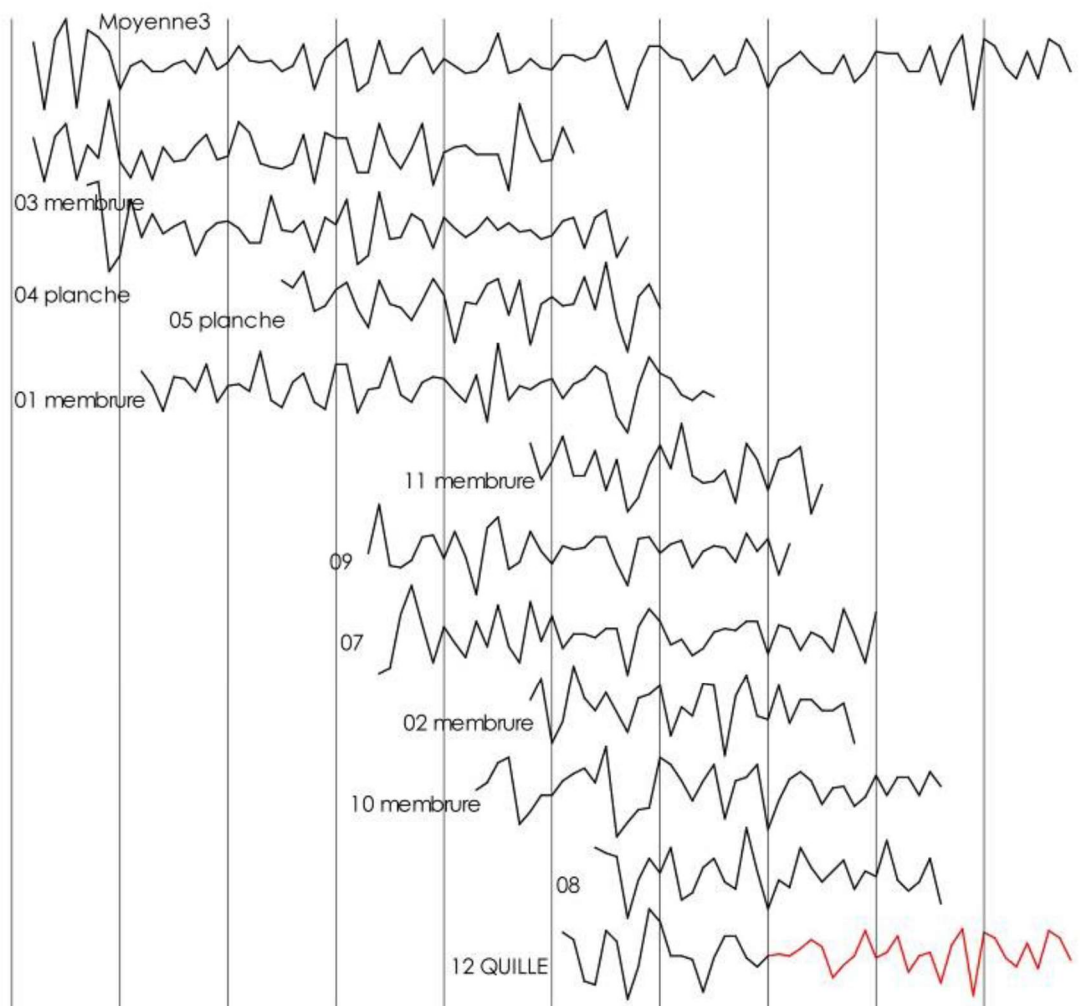
Objet : Tests de datation de séries issues de l'épave LE MACHAULT (QU-CA)

Dans le cadre d'un mémoire universitaire, Mlle Marijo Gauthier-Bérubé, des séries dendrochronologiques réalisées par ses soins sur des éléments de l'épave, ont été confiées à C. Lavier afin de vérifier leur contemporanéité et d'effectuer des tests de datation.

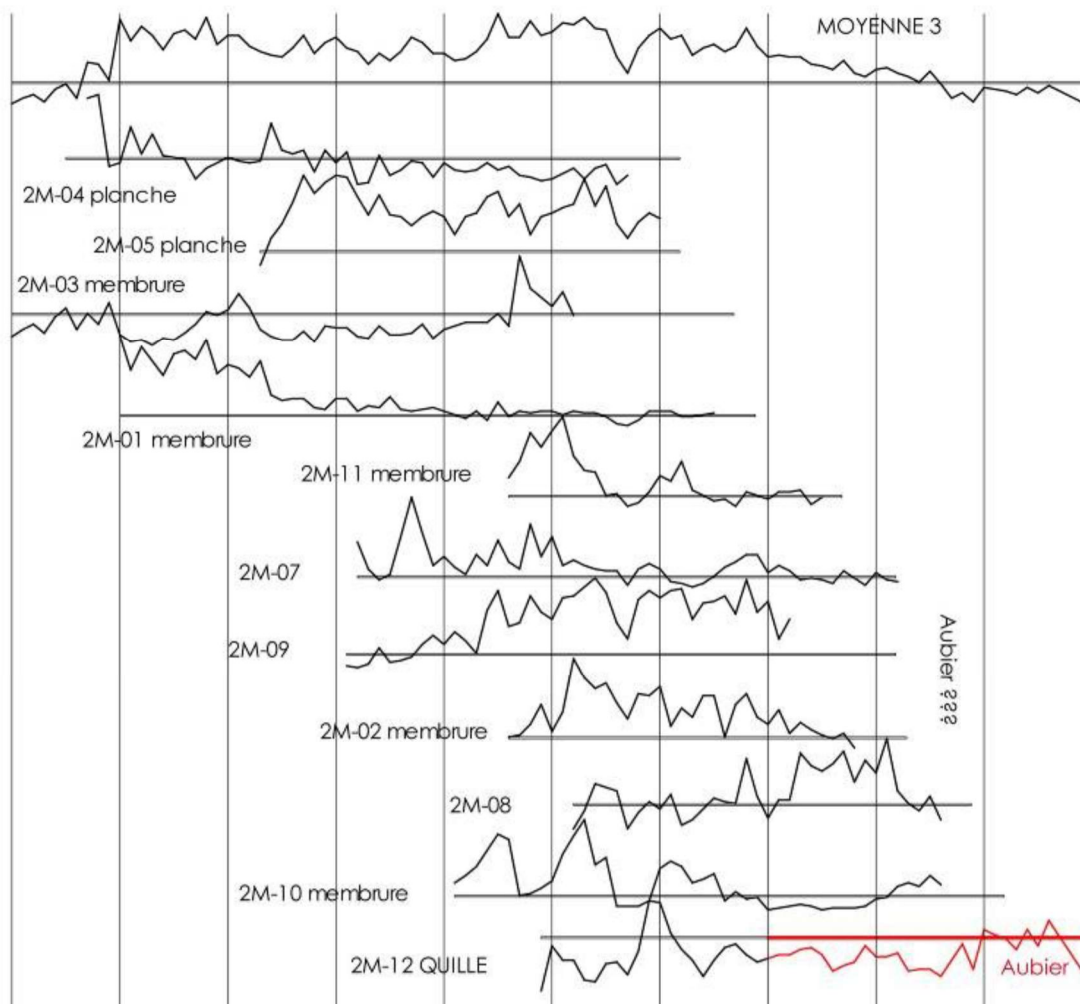
Cette frégate française avait été envoyée sur Québec afin de ravitailler la colonie française lors de la guerre de Sept Ans, mais avait dû se réfugier dans la rivière Restigouche. Plutôt que de tomber aux mains des Anglais, le navire a été sabordé. Des fouilles archéologiques ont permis de remonter des éléments en bois afin de les étudier et, après restauration, de les exposer. C'est à partir de ces éléments que des séries dendrochronologiques ont été constituées par Mlle Marijo Gauthier-Bérubé.

Il s'agit de 12 séries représentant 5 membrures (bois 1 2, 3, 10 et 11), 3 planches (4 5 et 6) et un élément de quille (12) ayant de 32 à 68 valeurs et des croissances moyennes très diversifiées allant du millimètre (quille) à plus d'un demi-centimètre (membrure 2).

Les synchronisations ont été difficiles tant les croissances sont différentes : l'utilisation de l'indice E(xcept) de Besançon (Lambert et Lavier 1990) s'est avéré efficace comme le montre la figure suivante :



Seule la série 6 n'a pas été intégrée dans la moyenne, car elle n'a pas assez de sécurité pour en faire partie à ce stade du travail. La correspondance avec les valeurs naturelles montre à quel point la variété des croissances est peu utilisable en synchronisation :



TESTS STATISTIQUES

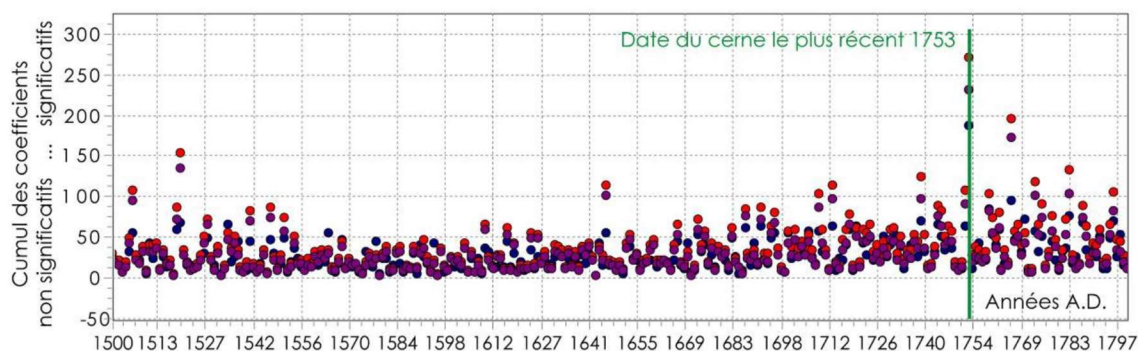
Les tests utilisés sont ceux employés par la communauté internationale dont une adaptation du « *t test de Student* » d'après Baillie&Pilcher (1973) sur les valeurs indicées E(xcept) de Besançon (Lambert&Lavier 1990) associés à d'autres tests indépendants comme le *W* (Eckstein 1969), un pourcentage de corrélation classique et une adaptation de la distance euclidienne (Lambert&Lavier 1990) sur les valeurs naturelles (Guibal&Lambert&Lavier 1991 Lambert *et al* 1996, Gassmann *et al* 1996) et leurs risques associés.

La présentation se fera ici sous la forme d'un tableau où pour chaque année calendaire, les résultats pour les tests les plus expressifs sont cumulés, pour ne pas alourdir ce rapport de

dizaines de pages de calculs. Ici sont choisis le *test t* et son risque associé sur les indices E de Besançon ainsi que le *W* sur les valeurs naturelles.

On y voit les coefficients des trois tests (points rouges bleus et violets) distincts. Ceux-ci, pour être significatifs, doivent s'aligner verticalement, le plus haut possible (cumul important des coefficients) dans le diagramme et être redondants sur plusieurs chronologies. Plus le coefficient à une date donnée est important, plus leur cumul est élevé, plus la « proximité » statistique est forte et plus le cumul de ces fortes probabilités émerge du lot des autres propositions plus faibles.

La moyenne testée possède 101 valeurs et a été confrontée à un ensemble de chronologies ayant valeur de référence sur l'ensemble de la France. Le reste de l'Europe a également été considéré, mais en l'absence de réponse, seuls les résultats sur les chronologies françaises sont présentés selon le graphique suivant :



Les propositions sont toutes vérifiées optiquement et celle statistiquement la plus forte de 1753 pour la dernière valeur de la moyenne est validée.

Cette date est bien celle de la dernière valeur de la moyenne sur un seul aubier incomplet (Quille) et ne correspond donc pas à la date de coupe des arbres. Elle doit être interprétée selon les estimations faites sur des milliers de bois de chêne à aubier complet couvrant le dernier millénaire : celui-ci varie de 2 à 38 cernes dans plus de 95% des cas et est à moduler en fonction

de l'âge de l'arbre et de sa croissance. Ici l'aubier repéré par Mlle Marijo Gauthier-Bérubé est de 30 cernes sur l'élément de quille qui a 52 cernes préservés avec des cernes allant de 51 à 170 1/100 mm, soit une croissance moyenne de 1 mm annuel (σ 23). Ne connaissant pas la proximité du coeur et son emplacement dans le tronc, il est difficile de donner l'âge de l'arbre d'origine donc de prévoir plus précisément sa durée d'aubier. On proposera donc un écart maximum entre 1754 et 1761 au plus large au vu des seules informations dendrologiques à disposition.

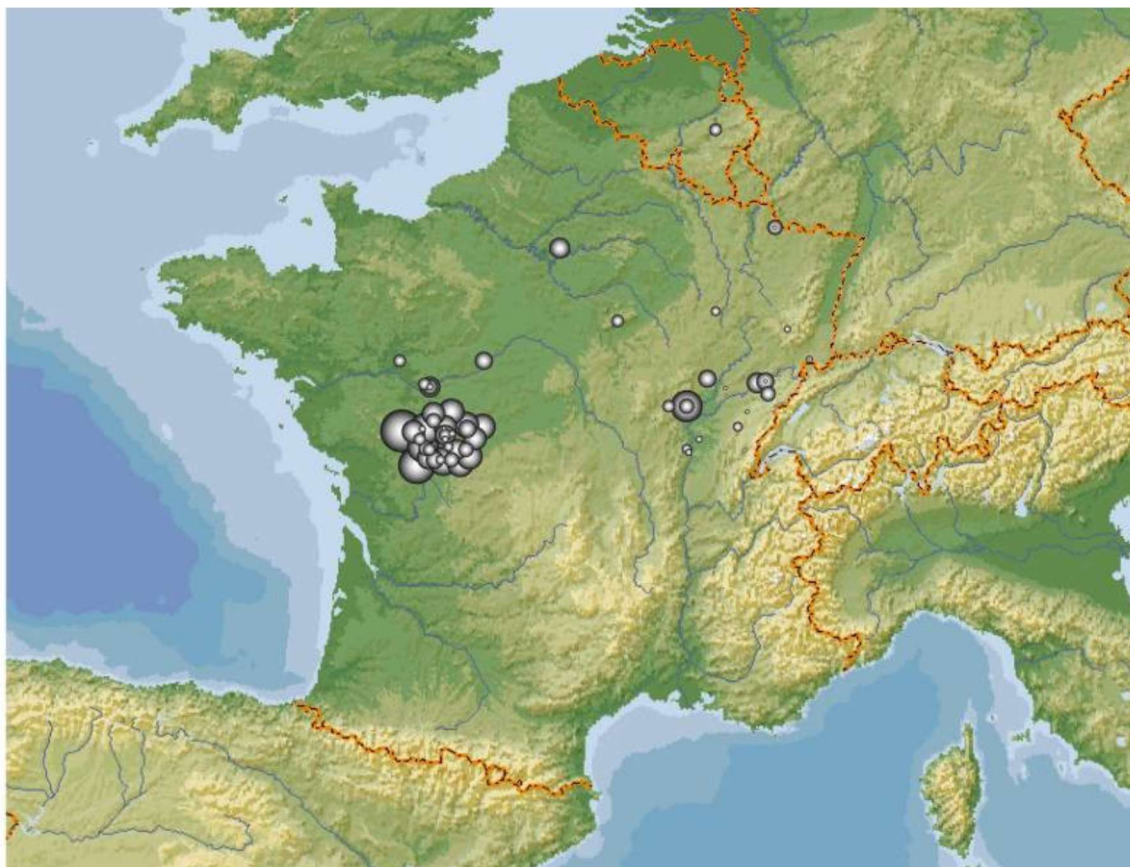
Remarque : informations communiquées par Mlle Marijo Gauthier-Bérubé :

« Le Machault a été construit à Bayonne en 1757 à l'Arsenal. Le chercheur basque Goyhenetche a identifié le pays de Mixe dans la Basse-Navarre comme fournisseur de l'Arsenal, particulièrement pour les bordages. Il a également identifié les principales forêts fournissant du chêne comme étant celles d'Arbonne et d'Ahetze et pour la vallée de la Nivelle : Saint-Jean-de-Luz, Cibour, Ascain et Saint-Pée-de-Nivelle (Goyhenetche 1998 :151). »

Cela pourrait donc donner une date de coupe entre 1754 et 1757 au plus tard.

Concernant les origines forestières, la date de 1753 a été retestée sur l'ensemble des chronologies européennes à disposition¹ afin de comparer leur réponse et établir une cartographie représentant la puissance des coefficients pour les références proposant cette date.

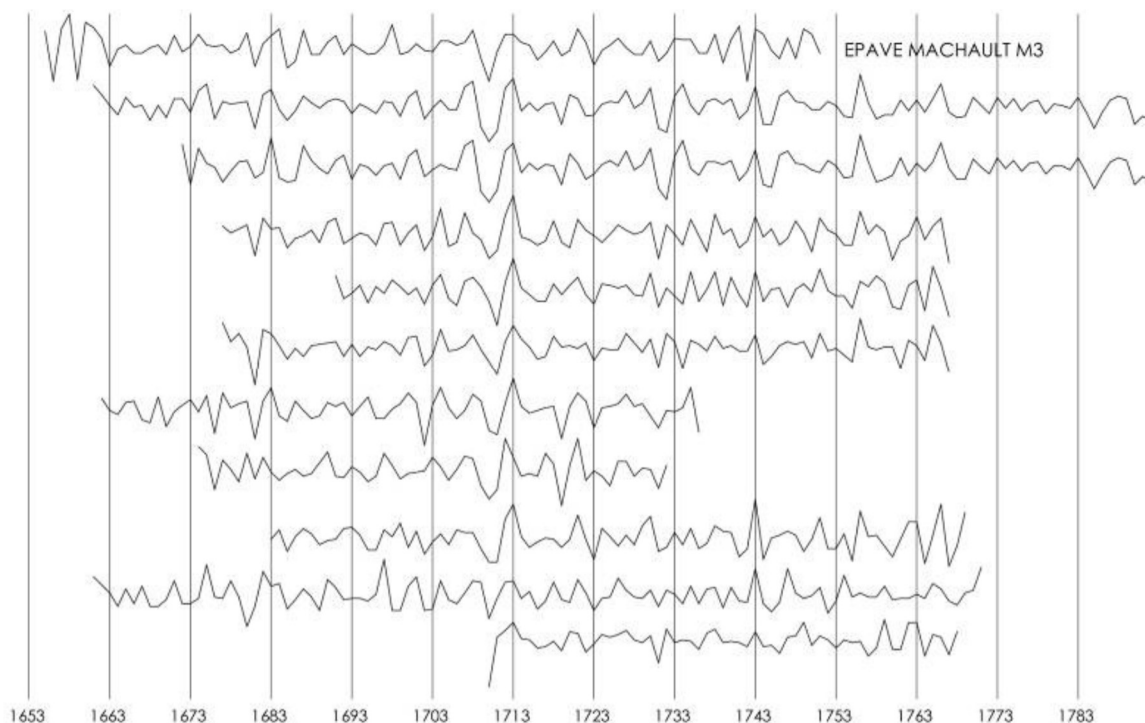
:



On notera l'absence de réponse pour toutes les régions européennes entourant la France et que la concentration des réponses les plus importantes se situe surtout dans une zone commune des régions sud-Poitou-Charentes/ouest-Limousin/nord Aquitaine au sens large. On ne peut en déduire directement l'origine des bois dans ces secteurs du fait d'un manque de chronologies couvrant correctement l'Aquitaine et le Pays Basque en particulier à ces périodes fin XVII-début XVIIIe siècle.

Les confrontations optiques avec quelques moyennes locales permettent de mieux apprécier la synchronisation de la moyenne LE MACHAULT (M3) sur ces séries, pas toutes égales en termes de nombre de bois par moyenne malheureusement, car les bois préservés en milieu architectural ou archéologique sont parfois peu importants.

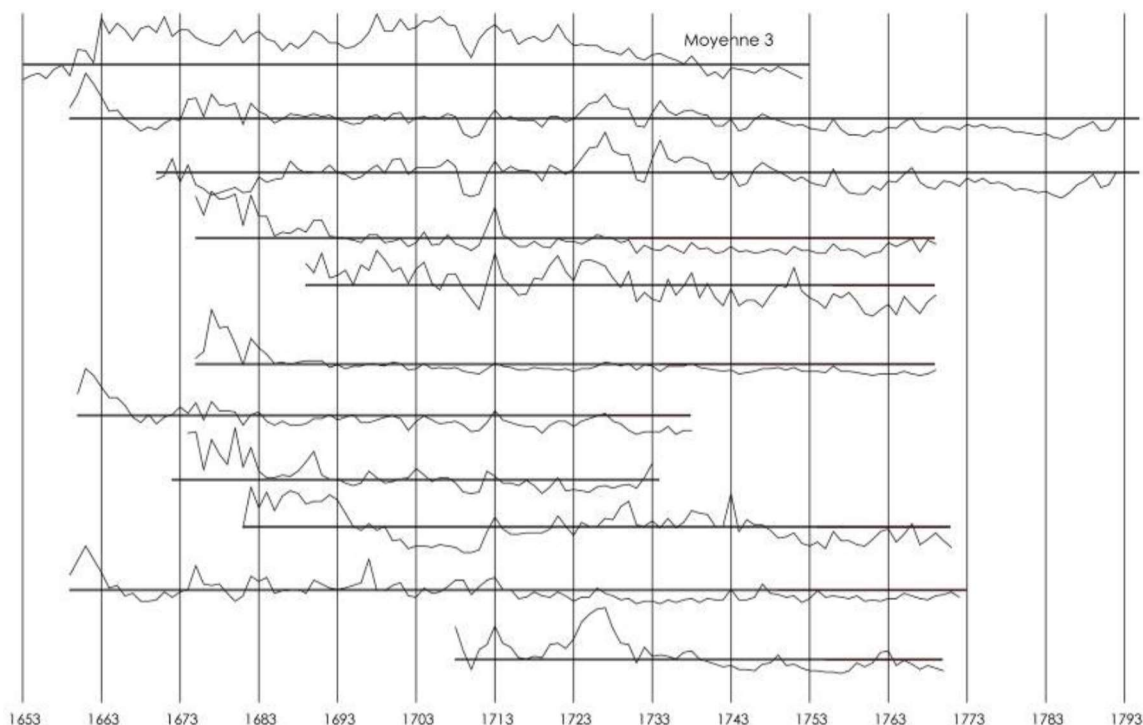
Représentations en indice E



On remarque quelques années caractéristiques correspondant souvent à des années particulières en termes de météorologie relevés dans les chroniques et attestées (voir les travaux de E. Leroy-Ladurie² par exemple).

Il y a surtout 1710, année achevant une dizaine d'années catastrophiques (hivers longs et très froids étés « pourris », mais aussi des éruptions volcaniques en Europe produisant des poussières et de cendres en haute atmosphère) avec un hiver terrible resté dans les chroniques comme un des événements majeurs du Petit Age Glaciaire, mortel pour les populations, dans certaines régions françaises (sauf le sud et la Bretagne par exemple).

Cela s'observe sur la représentation suivante.



Suite de cernes s'amenuisant jusqu'en 1710

Datation de chaque série :

Membrure 1: 1663-1722 Planche 5 1676-1715 Membrure 10: 1694-1745

Membrure 2: 1699-1736 bois 7: 1685-1735 Membrure 11: 1699-1730

Membrure 3: 1653-1720 bois 8: 1705-1742 Quille 12: 1702-1753

Planche 4: 1658-1715 bois 9: 1684-1735

CONCLUSION

Les séries dendrochronologiques de 11 des 12 éléments en bois de l'épave LE MACHAULT ont pu être synchronisées en une moyenne de 101 valeurs et replacées calendairement à la date de 1753 pour le cerne le plus récent (1653 pour la première). Les résultats montrent une provenance forestière très certainement française, mais les lacunes dendrochronologiques couvrant la seconde partie du XVII à la première partie du XVIIIe siècle dans certains secteurs notamment en Aquitaine ne permettent actuellement pas de certifier leur origine biogéographique. L'hypothèse de la région Basque/Aquitaine n'est donc ni confirmée ni infirmée à ce stade des investigations. Les réponses obtenues notamment avec les secteurs

couvrant les régions nord-Aquitaine/ouest-Limousin/sud-est-Poitou-Charentes ne sont pas non plus garantes de cette origine possible. On peut seulement dire que les bois étudiés ayant servi à la construction de l'épave LE MACHAULT :

- ont été abattu à partir de 1754 et avant les années 1760, *très probablement entre 1754 et 1757 si on couple avec les données d'archives*
- qu'ils ne proviennent pas des pays du nord, de l'est et du sud de l'Europe
- ni des régions Bretagne, moitié nord, est et sud de la France

L'avancée des couvertures dendrochronologiques étant continue et relativement régulière, il ne fait de doute que ces bois retrouveront un jour leur forêt d'origine.

Récapitulatif:

Tests, synchronisations, dépouillements, échanges : 14h

Compte-rendu récapitulatif : 4h

Total de 18h

Orientations bibliographiques : exemples:

Aspects méthodologiques

Baillie, M.G.L., Pilcher, J.R., 1973, A simple cross-dating program for tree-ring research, *Tree-Ring Bulletin* 33, 7-14.

DAUOKANE, I., BRUMELIS, G., ELFERTS, D., 2011, Effect of climate on extreme radial growth of Scots pine growing on bogs in Latvia, *Estonian Journal of Ecology*, 60, 236-248

Dupre, J.-C., Groves, R., Latour, J., Lavier, C., LeConte, S., LeMoyne, S., G., Mannes, D., Simon, C., Uzielli, L., Young, C. 2012, Survey of non-destructive techniques and tools applicable to conservation of the wooden cultural heritage objects: a database, *Journal of Cultural Heritage*, special issue, 30 p.

ECKSTEIN, D., 1969, *Entwicklung und Anwendung der Dendrochronologie zur Alterbestimmung des Siedlung Haithabu*. thèse de doctorat, Université de Hambourg, 113 p.

Esper, J., Cook, E.R., Schweingruber, F.H., 2002, Low-Frequency Signals in Long Tree-Ring Chronologies for Reconstructing Past Temperature Variability. *Science* 295: 2250-2253.

GUIBAL, F., LAMBERT, G., LAVIER, C. 1991, Application de trois tests de synchronisation à trois types de données. *Dendrochronologia* 1991-, 193-206.

Fritts, H. C., 1976, *Tree-ring and climate*, Academic Press, London.

GASSMANN, P., LAMBERT, G., LAVIER, C., BERNARD, V., GIRARD-CLOS, O., 1996, Pirogues et analyses dendrochronologiques. In ARNOLD B. (dir.) : *Pirogues monoxyles d'Europe Centrale. Construction, typologie, évolution; vol. 2*, Coll. Archéologie aujourd'hui, Archéologie Neuchâteloise, 160 p., 150 fig.

LAMBERT, G., BERNARD, V., DOUCERAIN, C., GIRARD-CLOS, O., GUIBAL, F., LAVIER, C., SZEPERTISKY B., 1996, French regional oak chronologies spanning more than 1000 years. Proceedings of the International Conference on *Tree Rings, Environment and Humanity : Relationships and Processes*, May 1994, *RADIOCARBON*, University of Tucson, Arizona, Ed. Dean S.S., Meko D.M. et Swetnam T.W. : 821-932.

Neuwirth, B., Schweingruber, F.H., Winiger, M., 2006, Intraannual climate/growth-relations of Central European tree rings - A dendroecological network analysis. *Schr. Forsch.zent. Jülich, Reihe Umw.* 61: 67-76.

Savva, Y.V., Schweingruber, F.H., Milyutin, L., Vaganov, E.A., 2002, Genetic and environmental signals in tree rings from different provenances of *Pinus sylvestris* L. planted in the southern taiga, central Siberia. *Trees* 16: 313-324

Schweingruber, F. H., 1988, *Tree rings, Basics and applications of dendrochronology*, D. Reidel, Publishing Co., Dordrecht.

Généralités

LAVIER C., 2013 Archéodendrométrie sur objets et oeuvres d'art à support-bois : savoir-faire technique, capacités, obstacles et alternatives, *Spectra ANALYSE* n° 292, Juin - Juillet - Août 2013, 67-73.

LAVIER C., LOCATELLI C., POUSSET D., 2013, Dendrochronologie et archéodendrométrie, évolution et développements, Actes du colloque international Indices et Traces, la mémoire des Gestes, 2011, Université de Lorraine, Presses Universitaires de Nancy, 2013, 257-295

Exemples liés à la navigation

RIETH, E., ARMYNOT du CHATELET E., GAUCHER, J.-L., JOUANIN, G., LAVIER, C., LEROY, I., MALENGROS, D., POVEDA, P., SERNA, V., TEXIER, P., TRENTESAUX, A., 2013, L'épave de la première moitié du XVe siècle de la Canche à Beutin (pas de Calais), Archéologie nautique d'un caboteur fluvio-maritime et d'un territoire fluvial, revue du Nord, Hors série, Collection Art et Archéologie, n°20, Université Charles-de-Gaulle-Lille3, 222 p.

LAVIER C., Etude d'un lot de bois extraits de l'épave EP1 du site 62-124-006 de la Canche à Beutin (62), In RIETH, *Archaeonautica* 17, Archéologie nautique d'un caboteur fluvio-maritime et d'un territoire fluvial, 41-46.

Marta DOMINGUEZ-DELMAS, Nigel NAYLING, Tomasz WAZNY, Vanessa LOUREIRO, Catherine LAVIER, Dendrochronological dating and provenancing of timbers from the Arade 1 shipwreck, Spain, *International Journal of Nautical Archaeology*, 2012, 14 p., 6 fig., DOI: 10.1111/j.1095-9270.2012.00361.x.

DUMONT, A., LAVIER, C., HAMBLIN, M (2011) Patrimoine immergé : la vie quotidienne en bord de Loire (Auvergne Bourgogne, Centre). *Archéologie en Bourgogne*, n°26, 7 p.

Jacqueline Argant, Gilles Bailly, Grégoire Ayala, Armelle Charrié-Duhaut, Jacques Connan, Vincent Driget, Marc Guyon, Fabrice Laurent, Catherine Lavier, Fabienne Médard, Eric Rieth (2010) Lyon. Les épaves du Parc Saint-Georges (Ier –XVIIIe siècles). Analyse architecturale et études complémentaires, dir. Rieth, E. (Musée de la Marine), CNRS Editions, *ARCHEONAUTICA*, vol.16, 247 p.

Annexe 6 : Tests statistiques internes des données de dendrochronologie

| | 2M01 | 2M02 | 2M03 | 2M04 | 2M05 | 2M07 | 2M08 | 2M09 | 2M10 | 2M11 | 2M12 |
|------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| GLK | | | | | | | | | | | |
| 2M01 | | 42,1/20 | 51,2/43 | 43,6/48 | 64,9/38 | 53,0/34 | 76,9/14 | 60,3/35 | 45,8/25 | 52,6/20 | 65,6/17 |
| 2M02 | 42,1/20 | | 0,0/ 7 | 59,1/12 | 57,1/15 | 57,8/33 | 51,9/27 | 50,0/27 | 64,1/33 | 55,2/30 | 65,5/30 |
| 2M03 | 51,2/43 | 0,0/ 7 | | 44,7/48 | 67,2/30 | 47,5/21 | 0,0/ 1 | 59,5/22 | 0,0/12 | 50,0/ 7 | 66,7/ 4 |
| 2M04 | 43,6/48 | 59,1/12 | 44,7/48 | | 42,6/35 | 58,0/26 | 40,0/ 6 | 44,2/27 | 65,6/17 | 59,1/12 | 62,5/ 9 |
| 2M05 | 64,9/38 | 57,1/15 | 67,2/30 | 42,6/35 | | 46,4/29 | 50,0/ 9 | 55,2/30 | 57,9/20 | 28,6/15 | 54,5/12 |
| 2M07 | 53,0/34 | 57,8/33 | 47,5/21 | 58,0/26 | 46,4/29 | | 50,0/31 | 45,0/41 | 56,1/42 | 58,6/30 | 56,1/34 |
| 2M08 | 76,9/14 | 51,9/27 | 0,0/ 1 | 40,0/ 6 | 50,0/ 9 | 50,0/31 | | 75,0/21 | 57,4/35 | 56,5/24 | 54,4/35 |
| 2M09 | 60,3/35 | 50,0/27 | 59,5/22 | 44,2/27 | 55,2/30 | 45,0/41 | 75,0/21 | | 51,6/32 | 61,5/27 | 50,0/24 |
| 2M10 | 45,8/25 | 64,1/33 | 0,0/12 | 65,6/17 | 57,9/20 | 56,1/42 | 57,4/35 | 51,6/32 | | 44,8/30 | 43,2/38 |
| 2M11 | 52,6/20 | 55,2/30 | 50,0/ 7 | 59,1/12 | 28,6/15 | 58,6/30 | 56,5/24 | 61,5/27 | 44,8/30 | | 59,6/27 |
| 2M12 | 65,6/17 | 65,5/30 | 66,7/ 4 | 62,5/ 9 | 54,5/12 | 56,1/34 | 54,4/35 | 50,0/24 | 43,2/38 | 59,6/27 | |

| | 2M01 | 2M02 | 2M03 | 2M04 | 2M05 | 2M07 | 2M08 | 2M09 | 2M10 | 2M11 | 2M12 |
|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| TVBP | | | | | | | | | | | |
| 2M01 | | 0,5/20 | 1,0/43 | 0,7/48 | 1,4/38 | 0,5/34 | 1,3/14 | 2,3/35 | 1,4/25 | 0,8/20 | 1,4/17 |
| 2M02 | 0,5/20 | | 1,1/ 7 | 0,0/12 | 0,2/15 | 1,0/33 | 1,2/27 | 0,6/27 | 2,2/33 | 0,2/30 | 0,2/30 |
| 2M03 | 1,0/43 | 1,1/ 7 | | 1,0/48 | 2,1/30 | 0,5/21 | 0,0/ 1 | 1,6/22 | 3,8/12 | 0,8/ 7 | 0,0/ 4 |
| 2M04 | 0,7/48 | 0,0/12 | 1,0/48 | | 0,2/35 | 0,7/26 | 0,1/ 6 | 2,2/27 | 1,4/17 | 0,6/12 | 0,3/ 9 |
| 2M05 | 1,4/38 | 0,2/15 | 2,1/30 | 0,2/35 | | 0,9/29 | 0,2/ 9 | 1,5/30 | 1,4/20 | 1,9/15 | 0,2/12 |
| 2M07 | 0,5/34 | 1,0/33 | 0,5/21 | 0,7/26 | 0,9/29 | | 0,6/31 | 0,1/41 | 1,6/42 | 2,3/30 | 1,6/34 |
| 2M08 | 1,3/14 | 1,2/27 | 0,0/ 1 | 0,1/ 6 | 0,2/ 9 | 0,6/31 | | 1,6/21 | 1,9/35 | 1,2/24 | 0,4/35 |
| 2M09 | 2,3/35 | 0,6/27 | 1,6/22 | 2,2/27 | 1,5/30 | 0,1/41 | 1,6/21 | | 1,4/32 | 2,5/27 | 0,5/24 |
| 2M10 | 1,4/25 | 2,2/33 | 3,8/12 | 1,4/17 | 1,4/20 | 1,6/42 | 1,9/35 | 1,4/32 | | 0,2/30 | 0,7/38 |
| 2M11 | 0,8/20 | 0,2/30 | 0,8/ 7 | 0,6/12 | 1,9/15 | 2,3/30 | 1,2/24 | 2,5/27 | 0,2/30 | | 0,9/27 |
| 2M12 | 1,4/17 | 0,2/30 | 0,0/ 4 | 0,3/ 9 | 0,2/12 | 1,6/34 | 0,4/35 | 0,5/24 | 0,7/38 | 0,9/27 | |

| | 2M01 | 2M02 | 2M03 | 2M04 | 2M05 | 2M07 | 2M08 | 2M09 | 2M10 | 2M11 | 2M12 |
|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|----------|
| Correlation | | | | | | | | | | | |
| 2M01 | | 0,216/20 | 0,140/43 | -0,099/48 | 0,180/38 | 0,136/34 | 0,390/14 | 0,366/35 | 0,360/25 | 0,214/20 | 0,429/17 |
| 2M02 | 0,216/20 | | -0,422/7 | 0,096/12 | 0,106/15 | 0,199/33 | 0,161/27 | 0,191/27 | 0,352/33 | 0,026/30 | 0,006/30 |
| 2M03 | 0,140/43 | -0,422/7 | | 0,030/48 | 0,346/30 | -0,109/21 | 0,000/1 | 0,227/22 | -0,789/12 | -0,131/7 | -0,15/4 |
| 2M04 | -0,099/48 | 0,096/12 | 0,030/48 | | 0,102/35 | -0,094/26 | -0,089/6 | 0,391/27 | 0,404/17 | -0,129/12 | 0,046/9 |
| 2M05 | 0,180/38 | 0,106/15 | 0,346/30 | 0,102/35 | | -0,114/29 | 0,132/9 | 0,341/30 | 0,484/20 | -0,245/15 | 0,156/12 |
| 2M07 | 0,136/34 | 0,199/33 | -0,109/21 | -0,094/26 | -0,114/29 | | 0,183/31 | -0,038/41 | 0,159/42 | 0,342/30 | 0,330/34 |
| 2M08 | 0,390/14 | 0,161/27 | 0,000/1 | -0,089/6 | 0,132/9 | 0,183/31 | | 0,395/21 | 0,157/35 | 0,240/24 | 0,192/35 |
| 2M09 | 0,366/35 | 0,191/27 | 0,227/22 | 0,391/27 | 0,341/30 | -0,038/41 | 0,395/21 | | 0,253/32 | 0,379/27 | 0,122/24 |
| 2M10 | 0,360/25 | 0,352/33 | -0,789/12 | 0,404/17 | 0,484/20 | 0,159/42 | 0,157/35 | 0,253/32 | | 0,078/30 | 0,062/38 |
| 2M11 | 0,214/20 | 0,026/30 | -0,131/7 | -0,129/12 | -0,245/15 | 0,342/30 | 0,240/24 | 0,379/27 | 0,078/30 | | 0,178/27 |
| 2M12 | 0,429/17 | 0,006/30 | -0,15/4 | 0,046/9 | 0,156/12 | 0,330/34 | 0,192/35 | 0,122/24 | 0,062/38 | 0,178/27 | |

Annexe 7 : Résultats des comparaisons entre la chronologie moyenne 2MquerM1 et les chronologies de référence

| REFERENCE | Nombre années de chevauchement | TVBP | risque associé | W test | risque associé | Gleichläufigkeit % | Distance euclidienne D;min;max |
|----------------|--------------------------------------|------|-------------------|--------|-------------------|-----------------------|--------------------------------------|
| <i>Régions</i> | | | | | | | |
| BOURG33 | 101 | 2, 8 | 0, 3 | 3, 3 | 0, 0004 | 67 | 10;10;13 |
| BASPAR6 | 101 | 1, 1 | 0, 1 | 1, 6 | 0, 06 | 57 | 12;09;12 |
| GWEN4 | 101 | 2, 2 | 0, 2 | 2, 1 | 0, 01 | 61 | 13;10;14 |
| POIT1 | 101 | 4, 7 | 0, 4 | 3, 2 | 0, 0009 | 66 | 09;09;17 |
| NorFee | 101 | 2, 7 | 0, 2 | 1, 9 | 0, 02 | 60 | 14;11;15 |
| MeuseTeg | 101 | 1, 9 | 0, 2 | 2, 5 | 0, 007 | 62 | 10;09;17 |
| <i>locales</i> | | | | | | | |
| Isle/B-03 | 84 | 5, 1 | 0, 5 | 4, 0 | 0, 00003 | 72 | 12;10;13 |
| Marc5-P | 52 | 3, 4 | 0, 4 | 1, 4 | 0, 002 | 64 | 10;09;15 |
| PoitCat36 | 46 | 4, 0 | 0, 5 | 2, 7 | 0, 0003 | 71 | 06;06;16 |
| PoitCat46 | 56 | 3, 5 | 0, 4 | 1, 6 | 0, 008 | 58 | 12;08;19 |
| PoitCat40A | 62 | 3, 6 | 0, 4 | 3, 5 | 0, 00002 | 73 | 08;08;19 |
| PoitCat63 | 59 | 3, 9 | 0, 5 | 1, 8 | 0, 004 | 62 | 06, 06;16 |
| PoitCat22 | 91 | 3, 5 | 0, 4 | 2, 1 | 0, 002 | 61 | 13;08;16 |
| PoitCat24 | 85 | 3, 7 | 0, 4 | 1, 5 | 0, 007 | 59 | 11;05;13 |
| PoitCat27 | 95 | 4, 7 | 0, 4 | 2, 2 | 0, 004 | 62 | 12;09;17 |
| PoitCat29 | 96 | 3, 2 | 0, 4 | 3, 7 | 0, 000008 | 83 | 04;04;18 |
| PoitCat26 | 71 | 3, 6 | 0, 4 | 1, 5 | 0, 07 | 59 | 09;04;12 |
| PoitCatTS78 | 81 | 3, 6 | 0, 4 | 1, 0 | 0, 2 | 55 | 10;10;17 |
| PoitCatTS79 | 79 | 4, 7 | 0, 4 | 2, 7 | 0, 0003 | 65 | 11;07;16 |
| PoitCatTS80 | 79 | 6, 2 | 0, 5 | 2, 9 | 0, 002 | 67 | 10;10;18 |
| PoitCatTS82 | 65 | 5, 5 | 0, 5 | 2, 2 | 0, 006 | 64 | 10;09;17 |
| PoitCatTS83 | 68 | 3, 4 | 0, 4 | 2, 3 | 0, 001 | 64 | 11;10;15 |
| PoitCat73 | 79 | 4, 5 | 0, 4 | 1, 6 | 0, 008 | 59 | 16;10;19 |
| PoitCat2 | 73 | 4, 1 | 0, 4 | 2, 7 | 0, 0003 | 67 | 11;11;16 |
| FTV-LFL4 | 86 | 3, 2 | 0, 3 | 2, 3 | 0, 01 | 63 | 15;11;17 |
| FTV-Or | 101 | 2, 4 | 0, 2 | 3, 6 | 0, 0001 | 68 | 14;12;18 |
| VLP-MB | 98 | 3, 2 | 0, 3 | 2, 4 | 0, 009 | 62 | 11;10;15 |
| Ch/L-Ab | 101 | 3, 0 | 0, 3 | 4, 8 | 1E-07 | 74 | 12;08;13 |
| FcPer1619 | 101 | 3, 3 | 0, 3 | 4, 4 | 0, 000008 | 72 | 11;11;15 |
| MM-ArmAb | 65 | 3, 8 | 0, 4 | 1, 5 | 0, 1 | 58 | 09;09;17 |
| MM-Co2 | 88 | 2, 4 | 0, 2 | 2, 6 | 0, 006 | 64 | 18;16;20 |

Figures

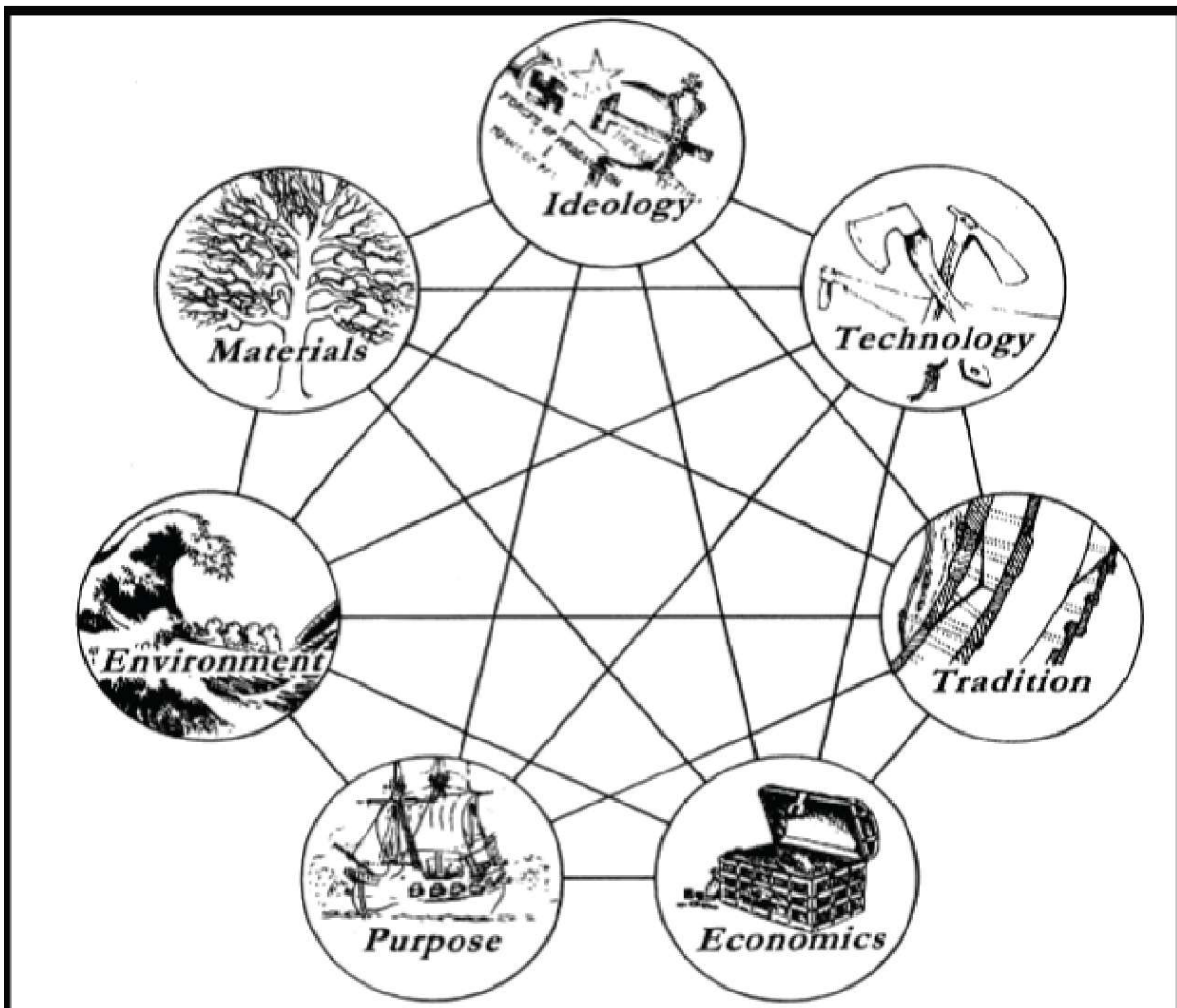


Figure 1 – Les contraintes liées à la construction du navire et leurs relations d'interdépendance (Adams 2000 : 301).

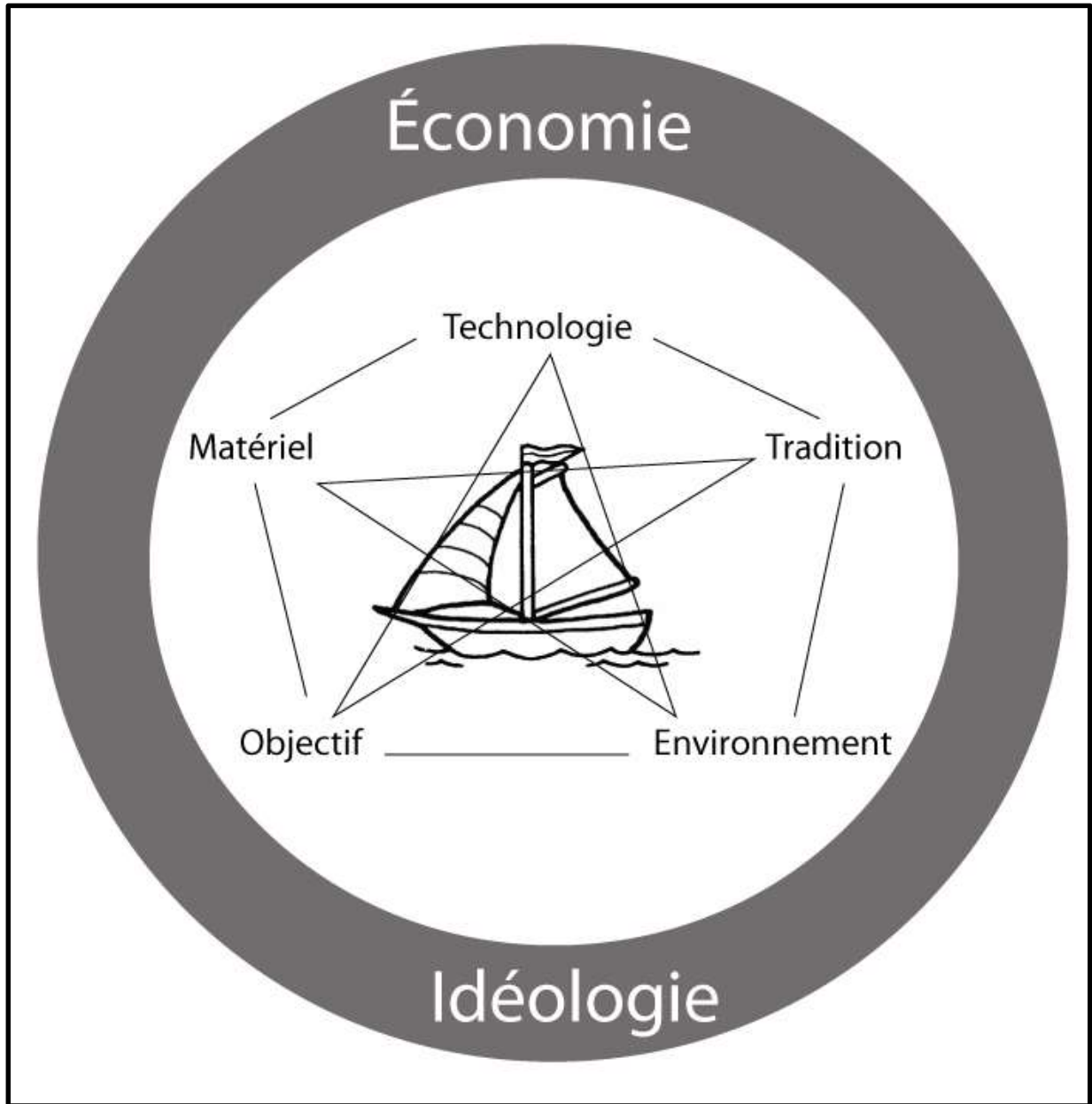


Figure 2 – Théorie des facteurs d'évolution des sciences et des techniques développées par M. Daumas (1991) appliquée aux contraintes de construction des navires identifiées par J. Adams (2001) (Marijo Gauthier-Bérubé).

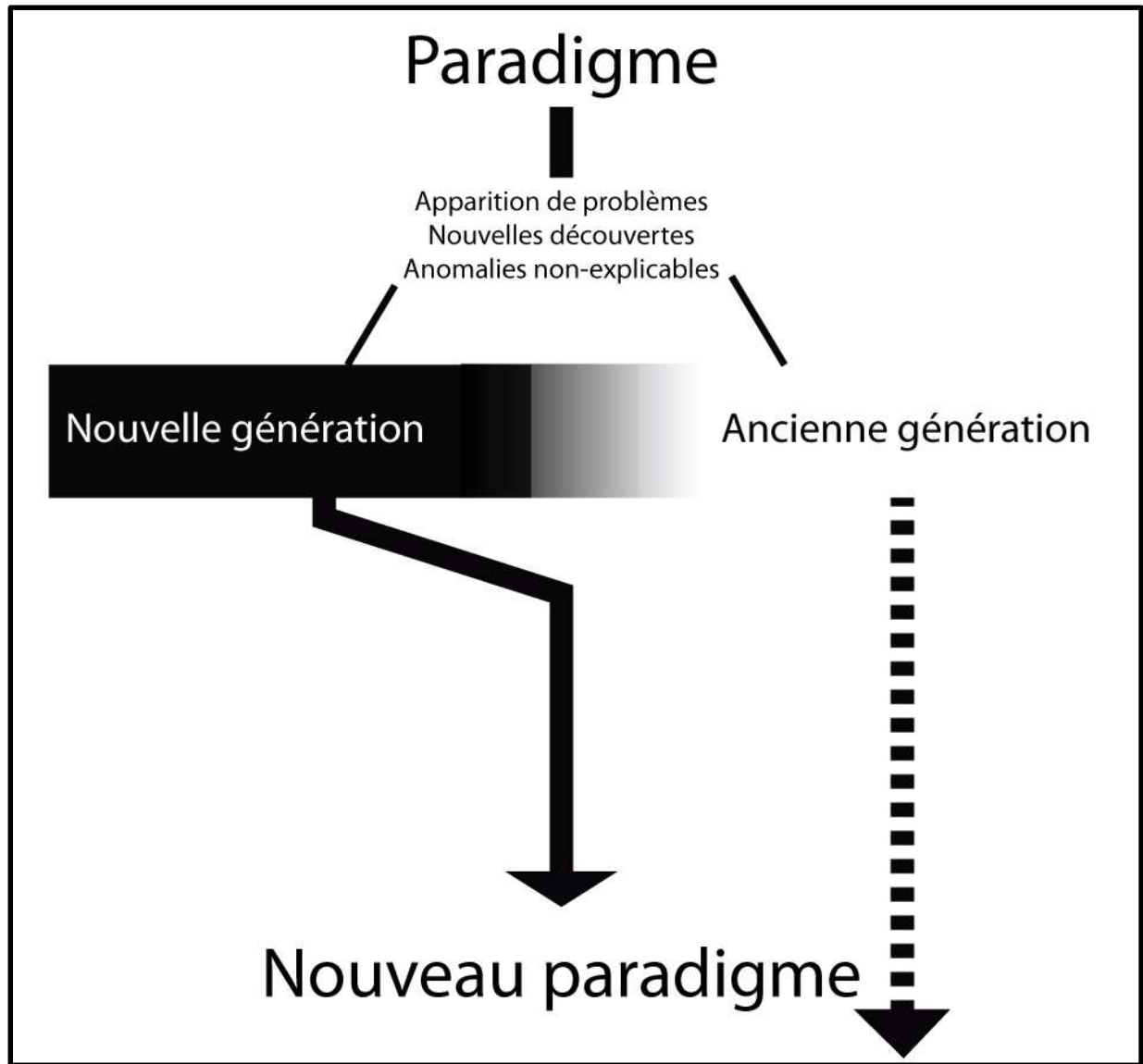


Figure 3 – La théorie de l'émergence de nouveaux paradigmes lors de la mise en place des révolutions scientifiques d'après T. Kuhn 1970 (Marijo Gauthier-Bérubé).

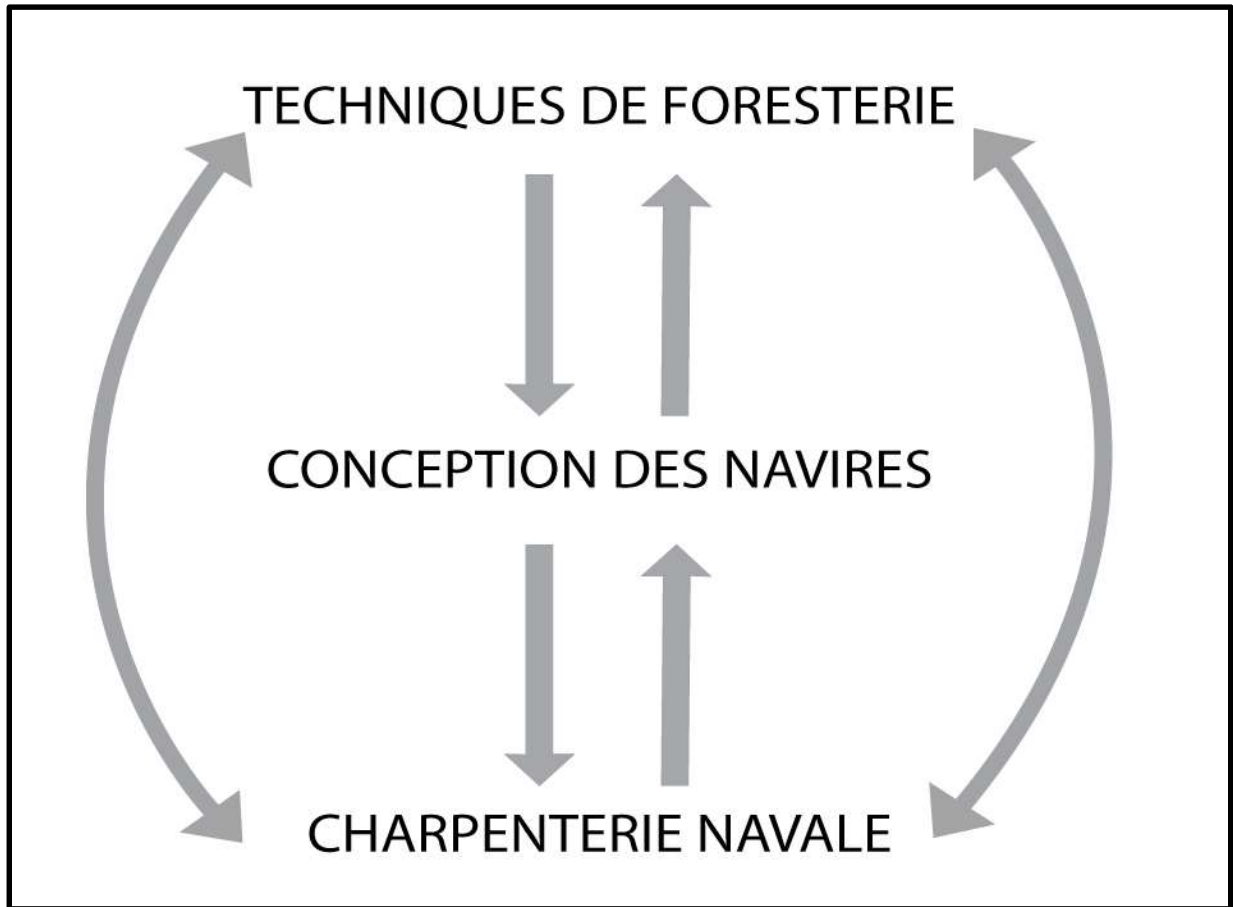


Figure 4 – Structure méthodologique et la relation entre les trois axes développés (Marijo Gauthier-Bérubé).

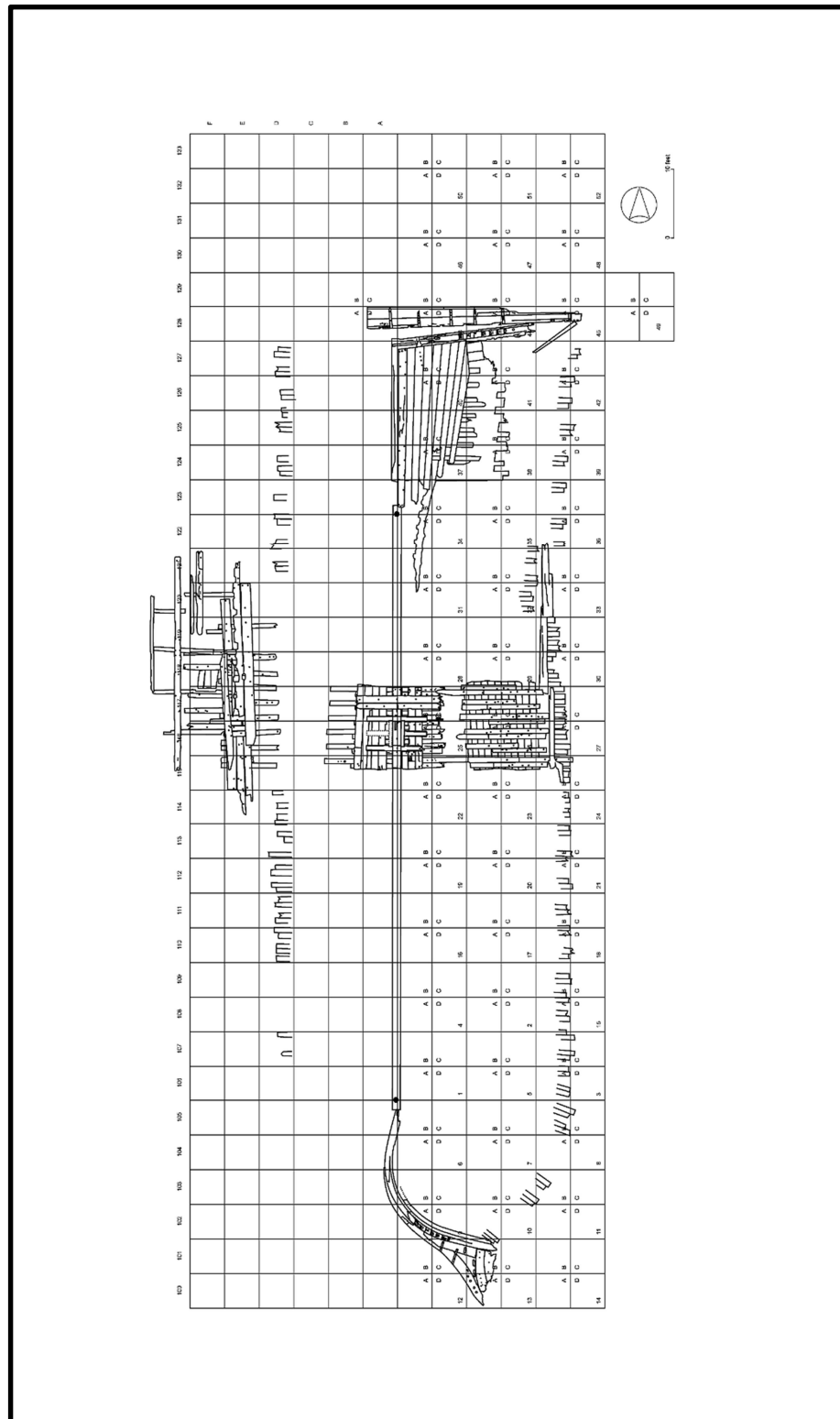


Figure 5 – Plan général des vestiges du *Machault* et du carroyage mis en place lors des fouilles archéologiques (Peter Waddell, Parcs Canada).

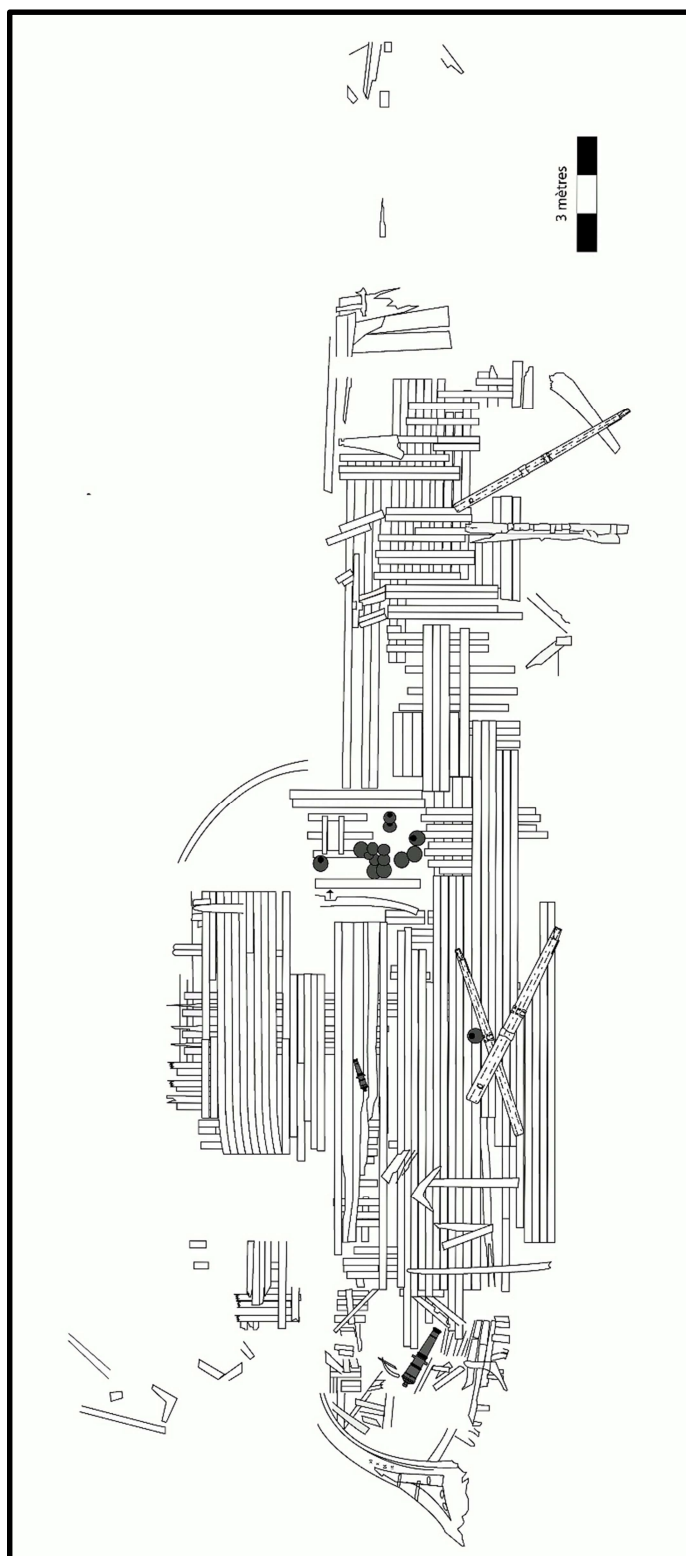


Figure 6 – Plan des vestiges reconstitués à partir des dessins de fouilles de Parcs Canada (Marijo Gauthier-Bérubé).

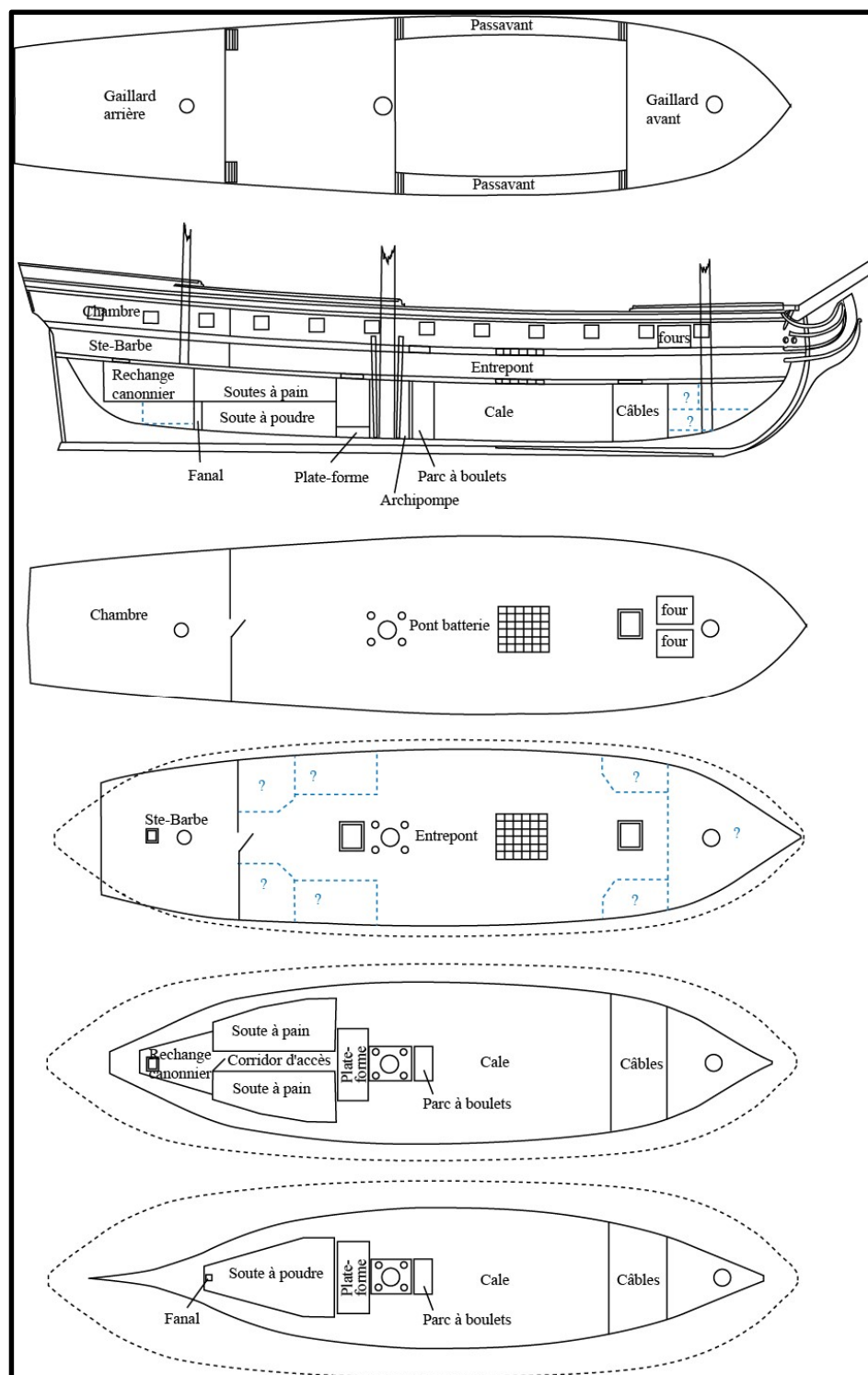


Figure 7 – Reconstitution vraisemblable des espaces à bord du *Machault* d'après un devis de frégate de 1757 (C. Dagneau 2008 : 567, d'après Devis d'une frégate.1757).



Figure 8 – Exemple de la torsion subie par la carlingue exposée au LHNC de la Bataille-de-la-Ristigouche (Parcs Canada 2M0279EF).

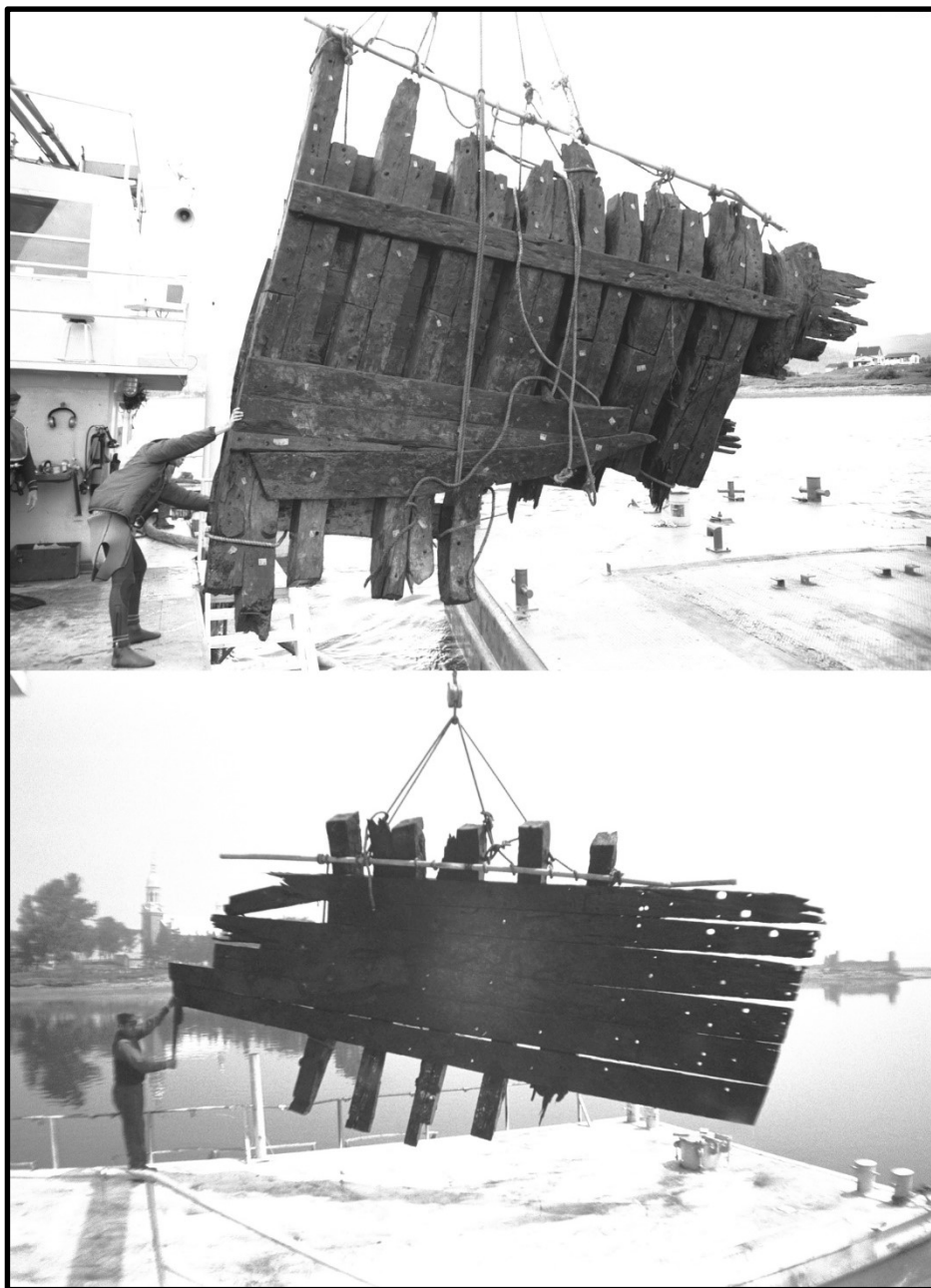


Figure 9 - Sortie de l'eau de deux sections de l'avant du navire (Parcs Canada 2M1280M (haut) et 2M1250M (bas)).



Figure 10 – Section inférieure prélevée au centre du navire (Parcs Canada 1382T).



Figure 11 – Section de l'étrave lors de sa remontée (Parcs Canada 2M1000M).



Figure 12 – Section de la coque du *Machault* au LHNC de la Bataille de-la-Ristigouche (Photo : Marijo Gauthier-Bérubé).



Figure 13 – Identification des couples sur la section de coque du *Machault* exposée au LHNC de la Bataille-de-la-Ristigouche (Photo : Mathieu Mercier Gingras).

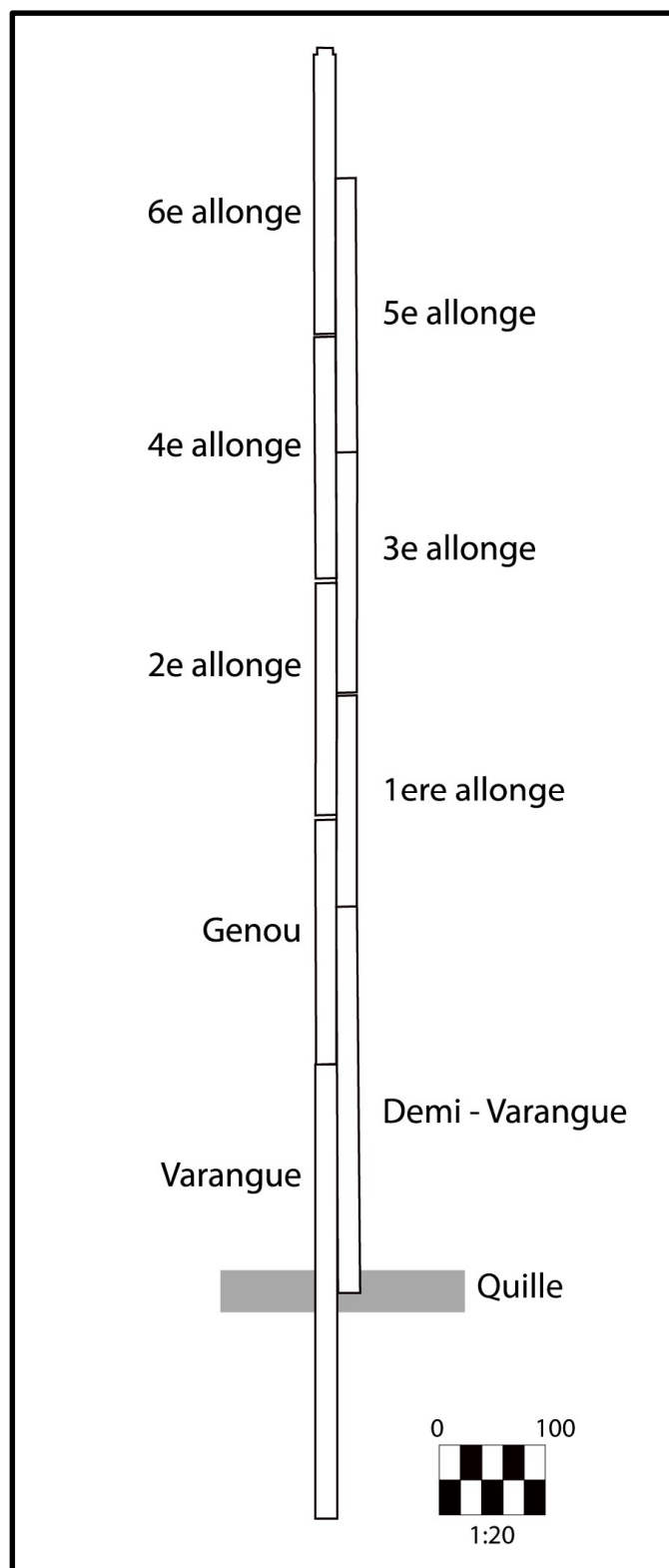


Figure 14 – Composition des couples exposés au LHNC de la Bataille-de-la-Ristigouche (Marijo Gauthier-Bérubé).

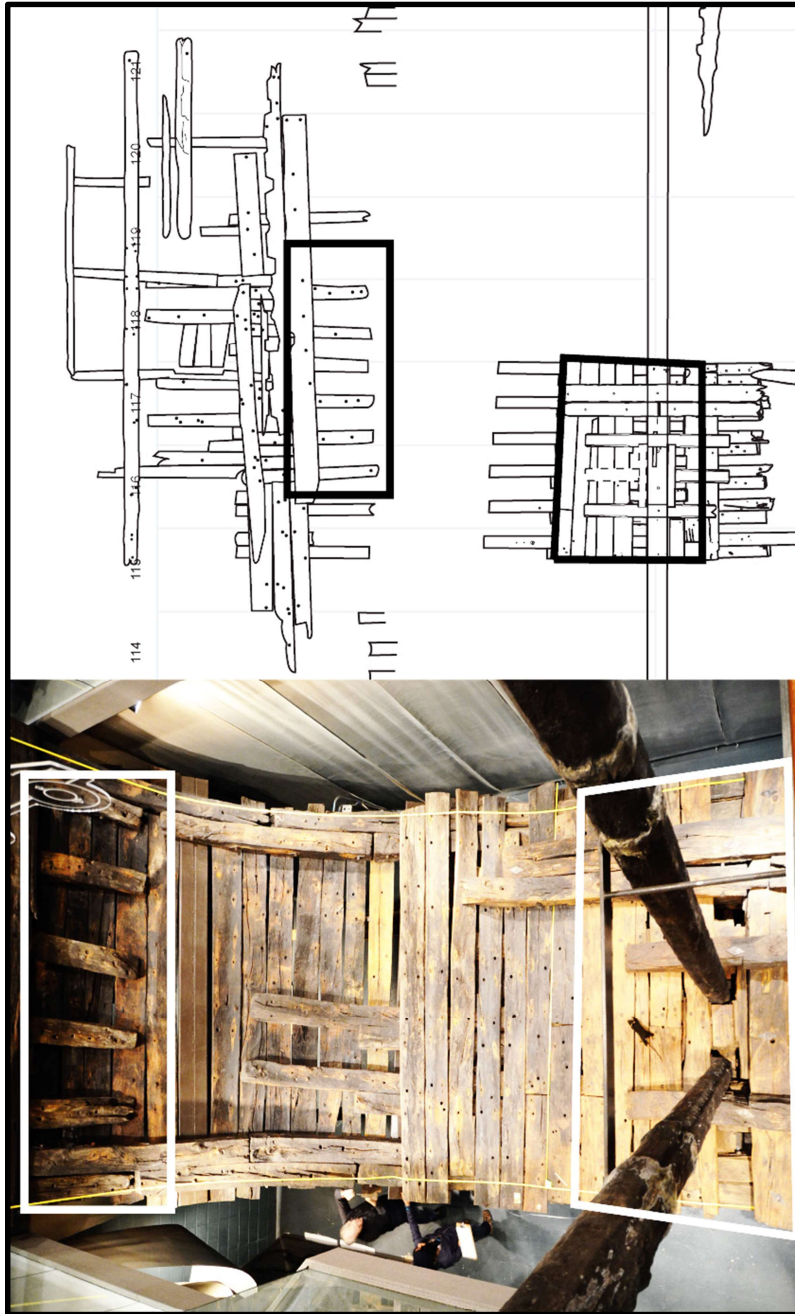


Figure 15 – Comparaison entre la structure mise en exposition et le plan de site.
 1 – Des planches ont été utilisées pour combler le bordé et le vaigrage absent sur le plan de site. Ces pièces ont vraisemblablement été prises parmi l'ensemble des structures remontées à la surface. 2 – Il existe un décalage entre la section supérieure et inférieure utilisée pour la reconstitution des vestiges. La section supérieure est en réalité située deux couples vers la droite par rapport à la section inférieure (Photo : Mathieu Mercier-Gingras. Plan de site : Peter Waddell)

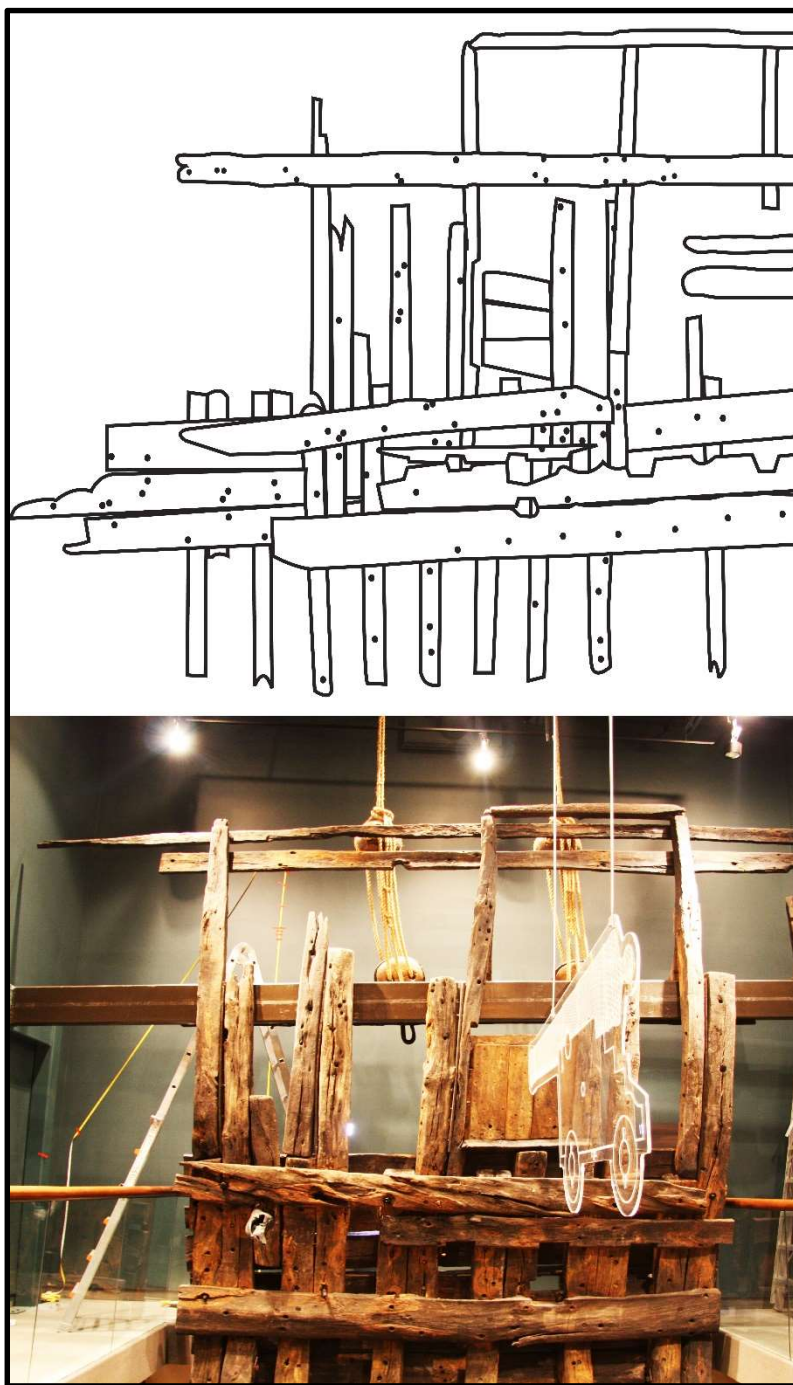


Figure 16 – Comparaison entre le plan des vestiges et de la partie supérieure de la reconstitution. Les pièces sont toujours en place démontrant que la partie supérieure n'est pas perturbée par la reconstitution des vestiges (Photographie : Mathieu Mercier-Gingras. Plan de site : Peter Waddell).

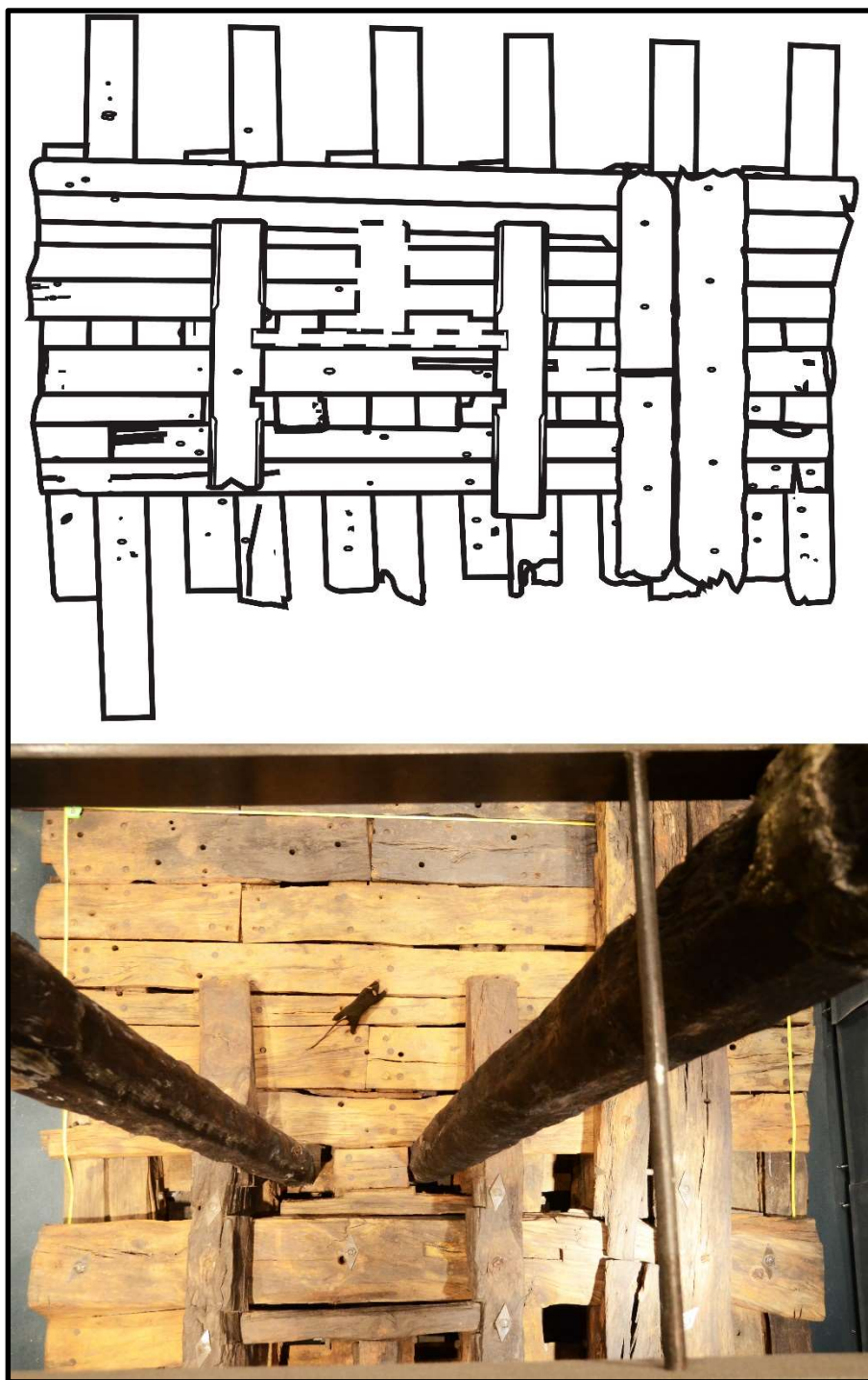


Figure 17 – Comparaison entre le plan des vestiges et de la partie inférieure de la reconstitution. Les pièces sont toujours en place démontrant que la partie supérieure n'est pas perturbée par la reconstitution des vestiges (Photo : Mathieu Mercier-Gingras. Plan de site : Peter Waddell).



Figure 18 – L'ensemble des pièces de bois entreposées dans les locaux de Parcs Canada à Ottawa (Photo : Charles Dagneau).

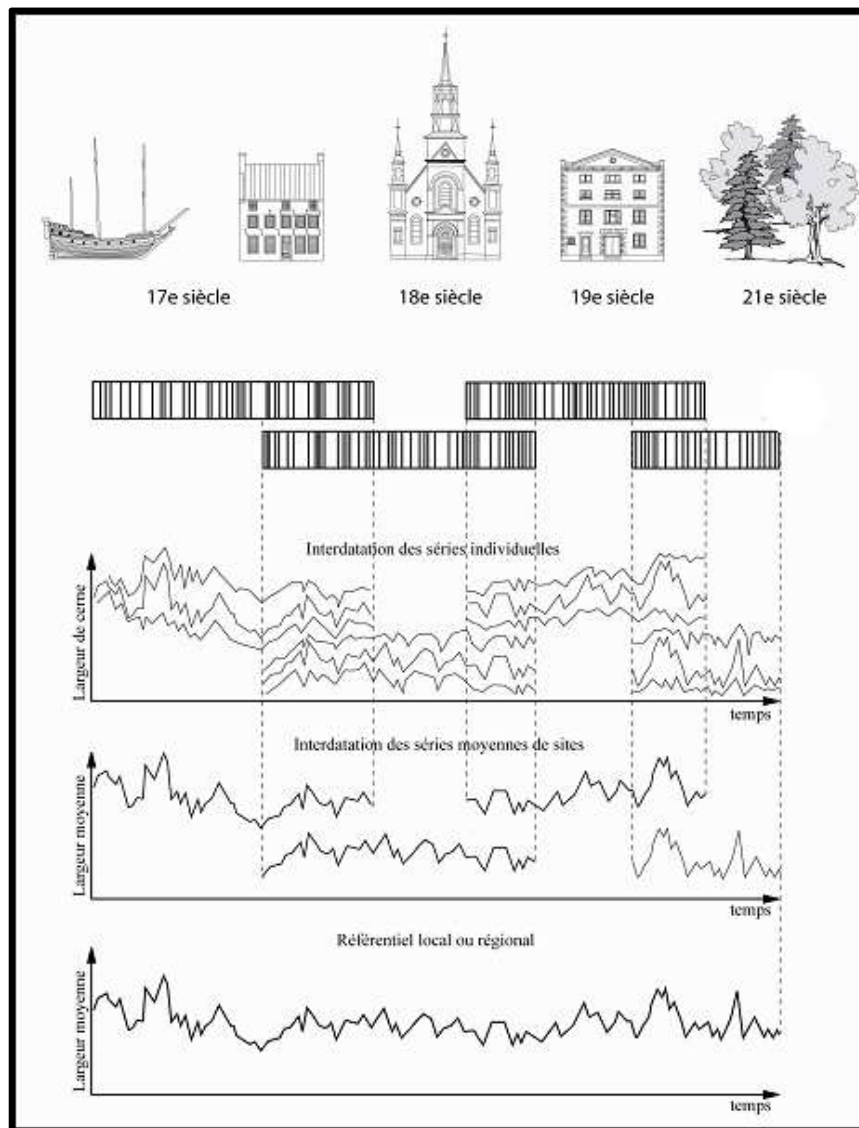


Figure 19 – Construction d’une chronologie de référence par recoupement des séries mesurées sur des bois provenant de sites archéologiques, de bâtiments anciens et d’arbres vivants (Alexandre Poudret-Barré, Groupe de recherche en dendrochronologie historique, 2008).

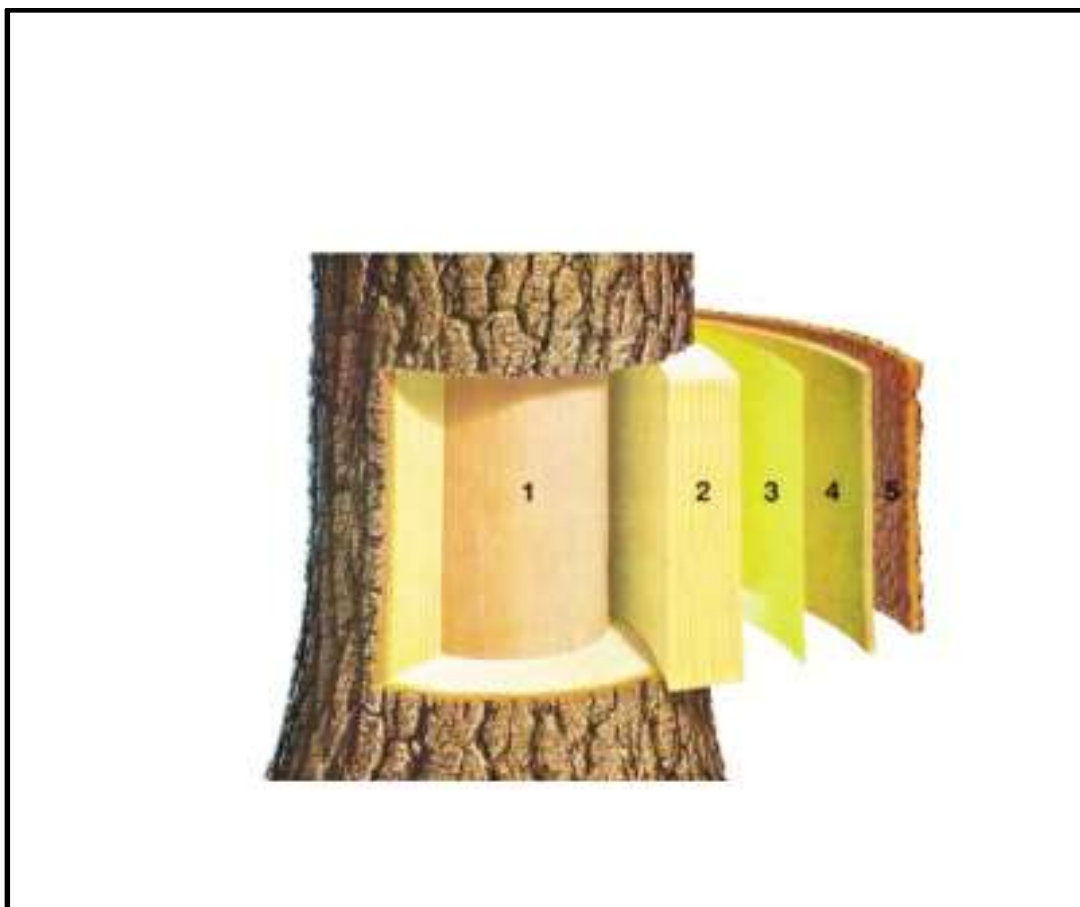


Figure 20 – Structure anatomique de l'arbre.

1 – Le duramen situé au cœur de l'arbre dont les cellules ne transportent plus de sève;

2 – L'aubier dont les cellules sont toujours actives;

3 – Le cambium où se produit la création des nouvelles cellules;

4 et 5 – L'écorce.

La présence, ou l'absence, de ces parties lors de l'analyse dendrochronologique permettent de saisir les transformations subies par la pièce (Cedotec 2015).

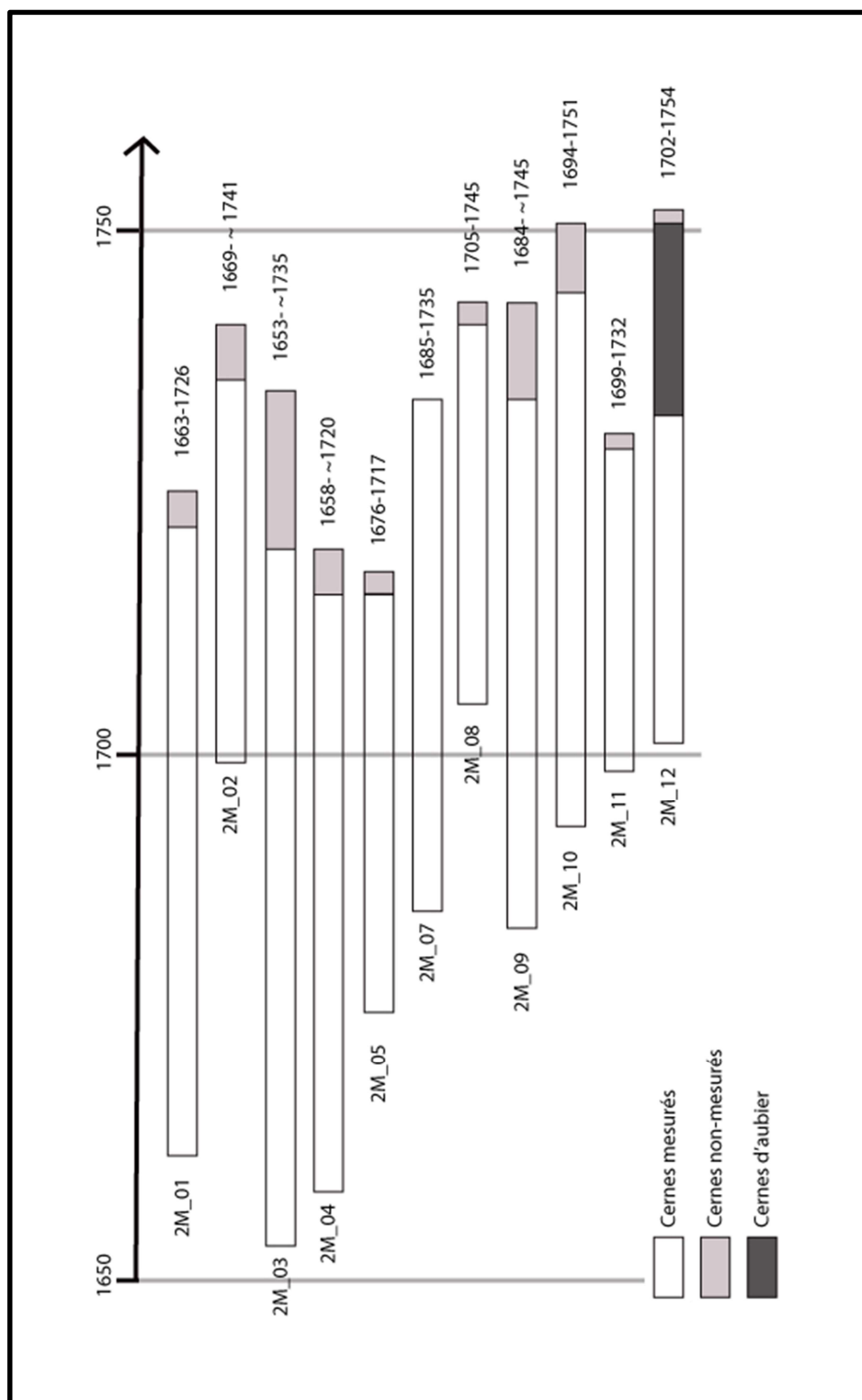


Figure 21 – Bloc-diagramme représentant la position chronologique des échantillons analysés (Marijo Gauthier-Bérubé 2015).

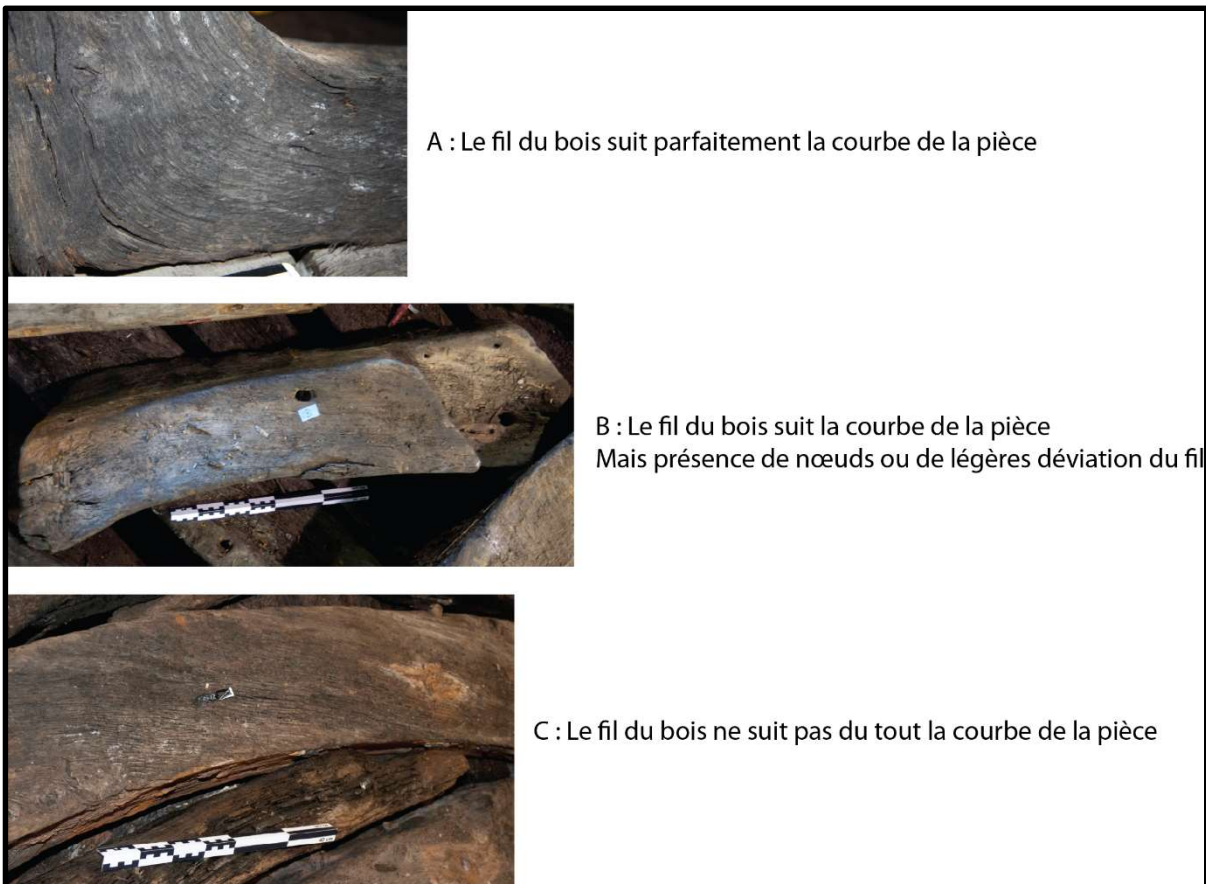


Figure 22 – Critères d'évaluation du fil du bois d'après Charles Dagneau, 2002 (Marijo Gauthier-Bérubé).

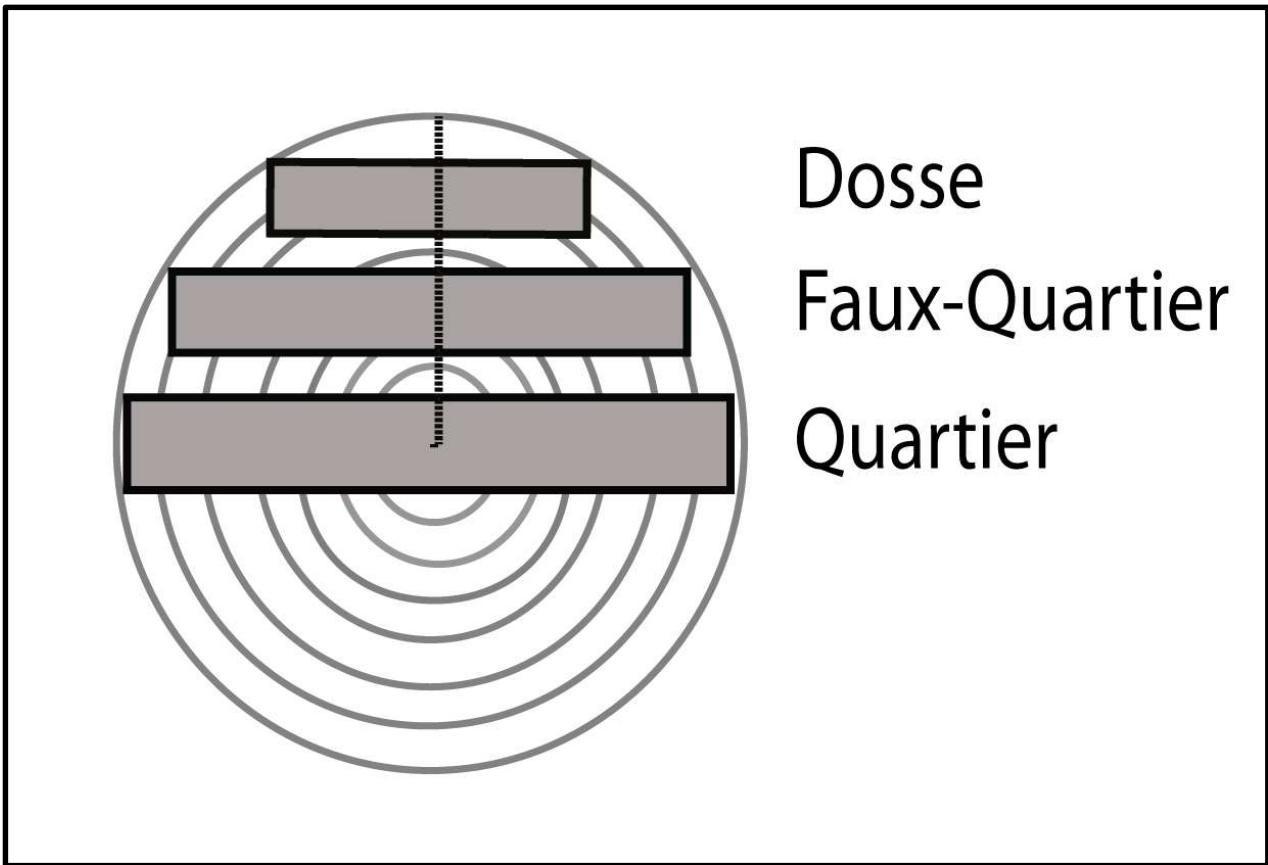


Figure 23 – Type de débitage pouvant être exécuté pour le façonnage des planches à partir d’une grume (Marijo Gauthier-Bérubé).

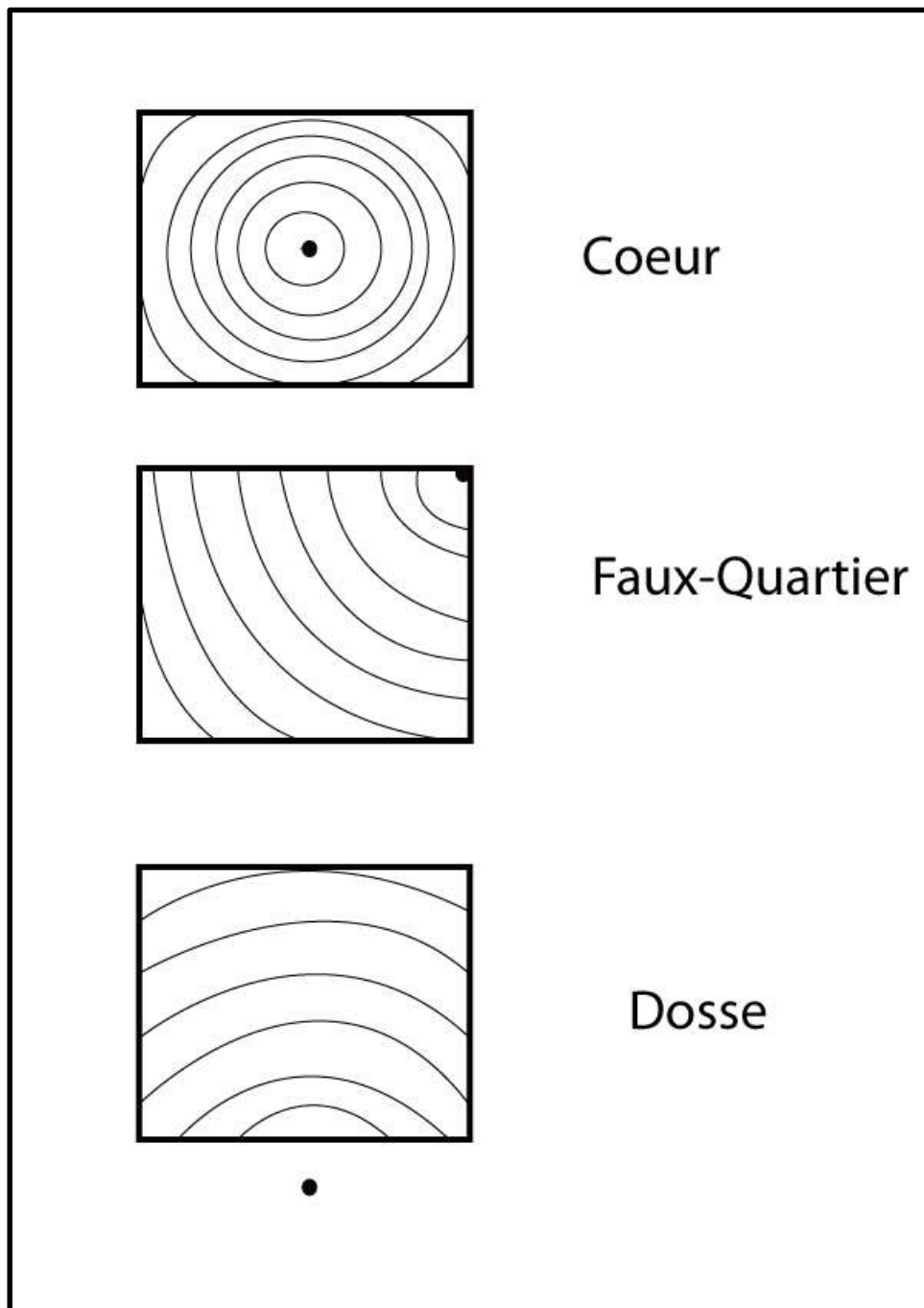


Figure 24 –Type de débitage pouvant être utilisé pour façonner une pièce courbe à partir d’une grume (Marijo Gauthier-Bérubé).

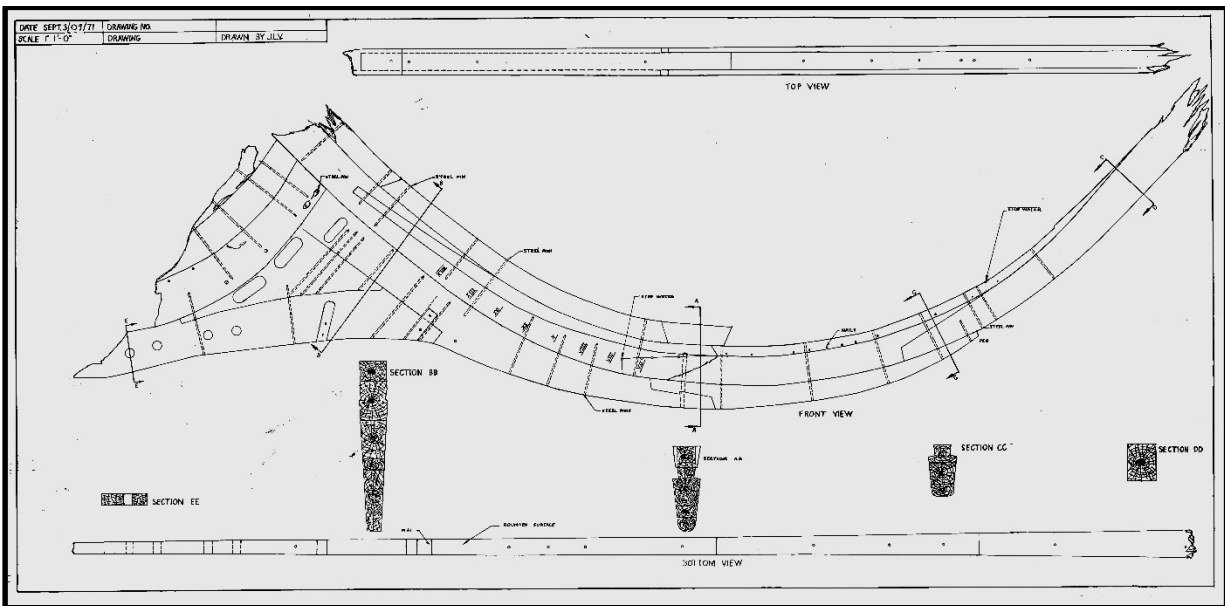


Figure 25 – Relevé de l'étrave (Dessin : Anonyme, Parcs Canada 2M-71-103-5).

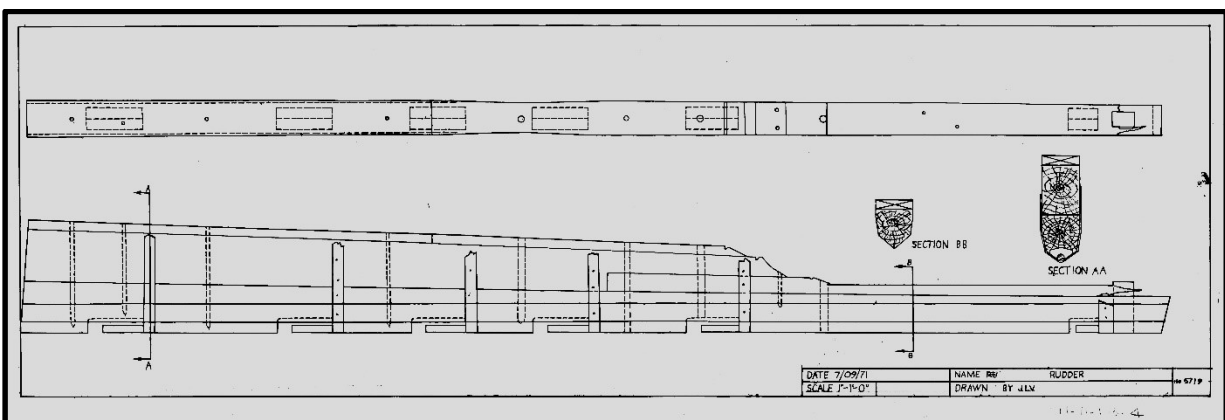


Figure 26 – Relevé de l'étambot (Dessin : Anonyme, Parcs Canada 2M-71-103-4).

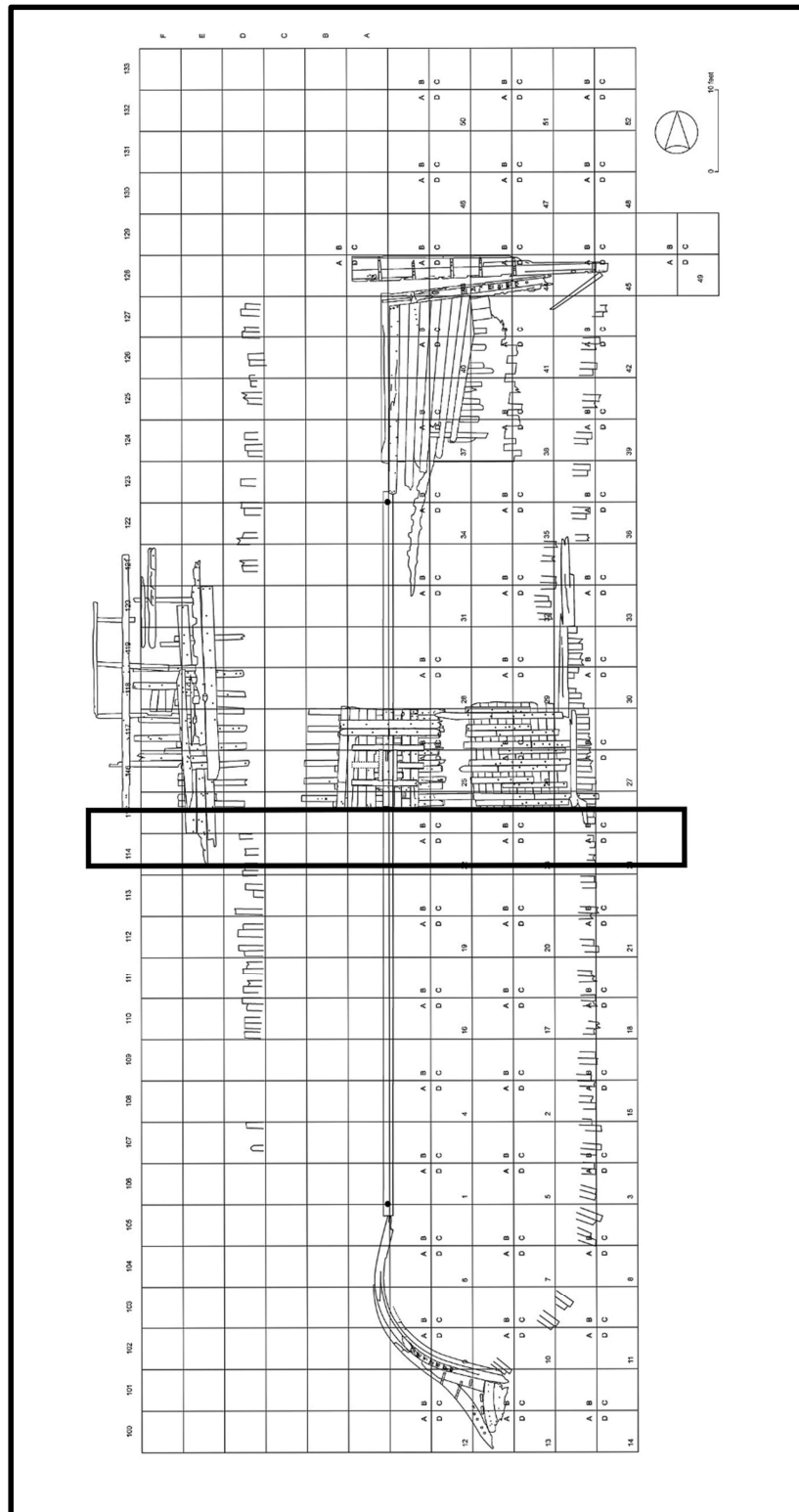


Figure 27 – Localisation hypothétique du maître-couple (Plan de site : Peter Waddell).

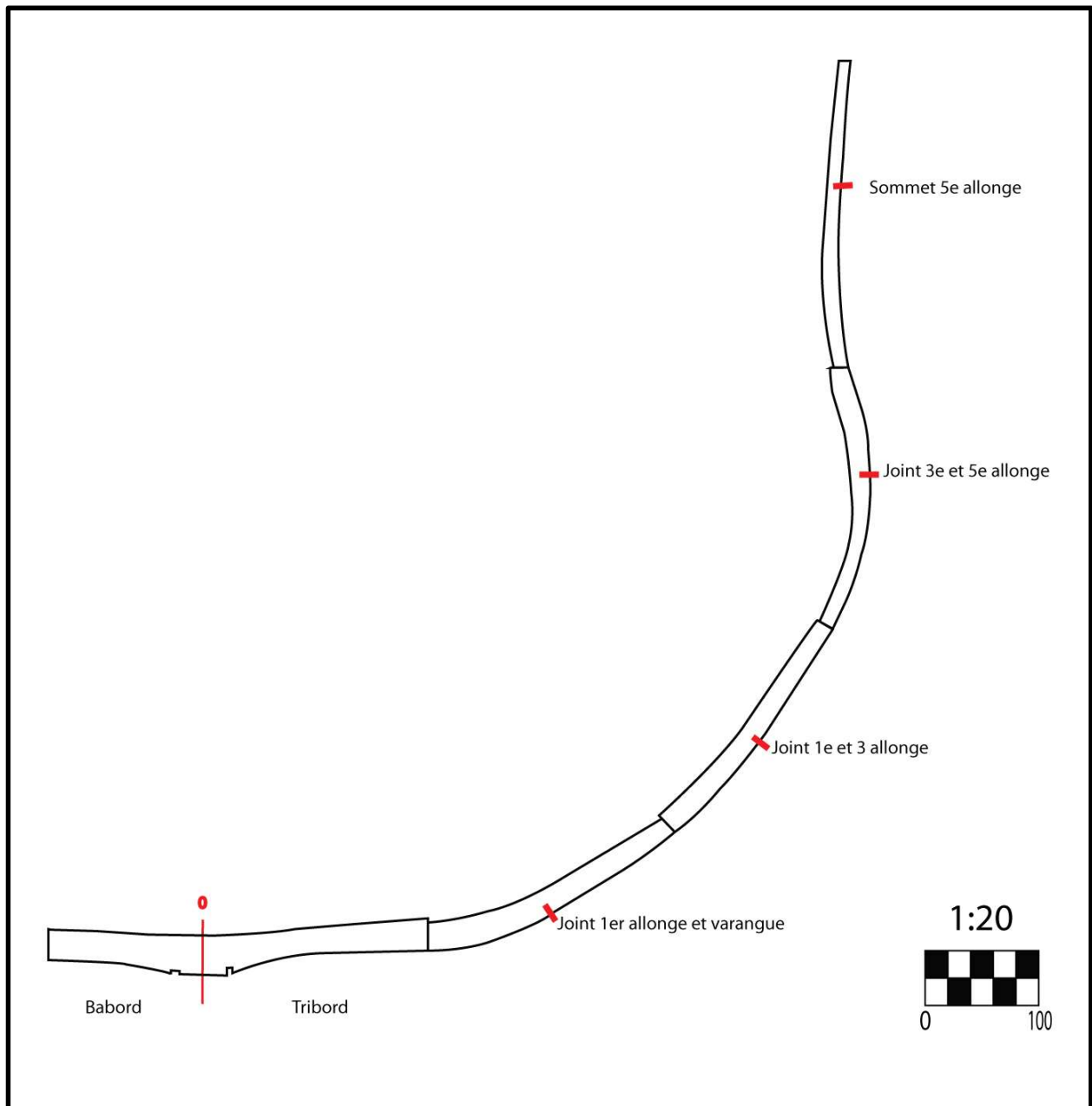


Figure 28 – Relevé du couple 1 et des différentes pièces constitutives (Relevé : Saraí Barreiro, Brad Loewen, Marijo Gauthier-Bérubé, Mathieu Mercier Gingras).

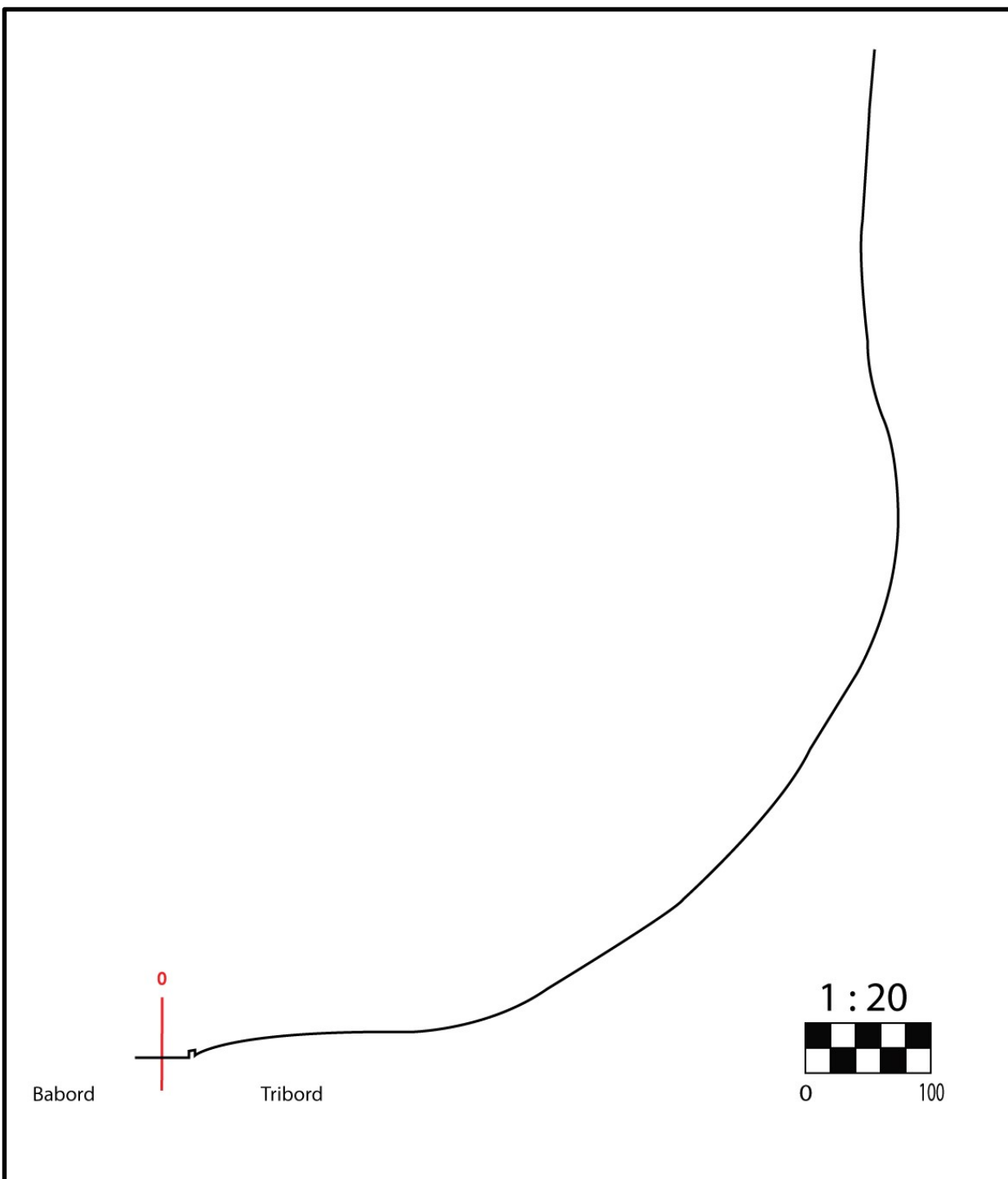


Figure 29 – Profil du couple 1 et des différentes pièces constitutives (Relevé : Saraí Barreiro, Brad Loewen, Marijo Gauthier-Bérubé, Mathieu Mercier Gingras).

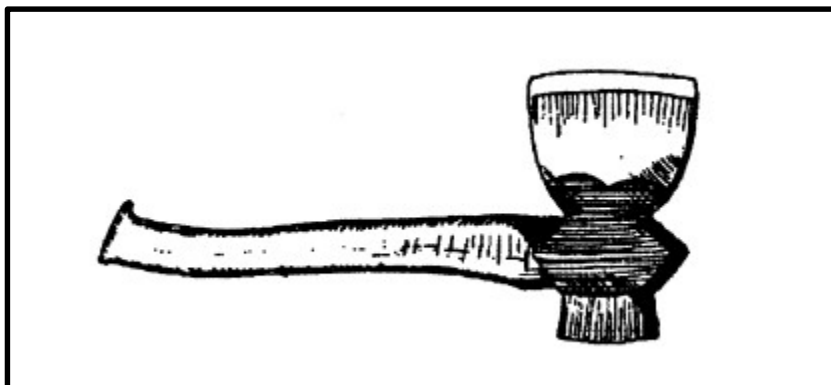


Figure 30 – Hache utilisée pour le façonnage des pièces (Salaman 1975 : 62).

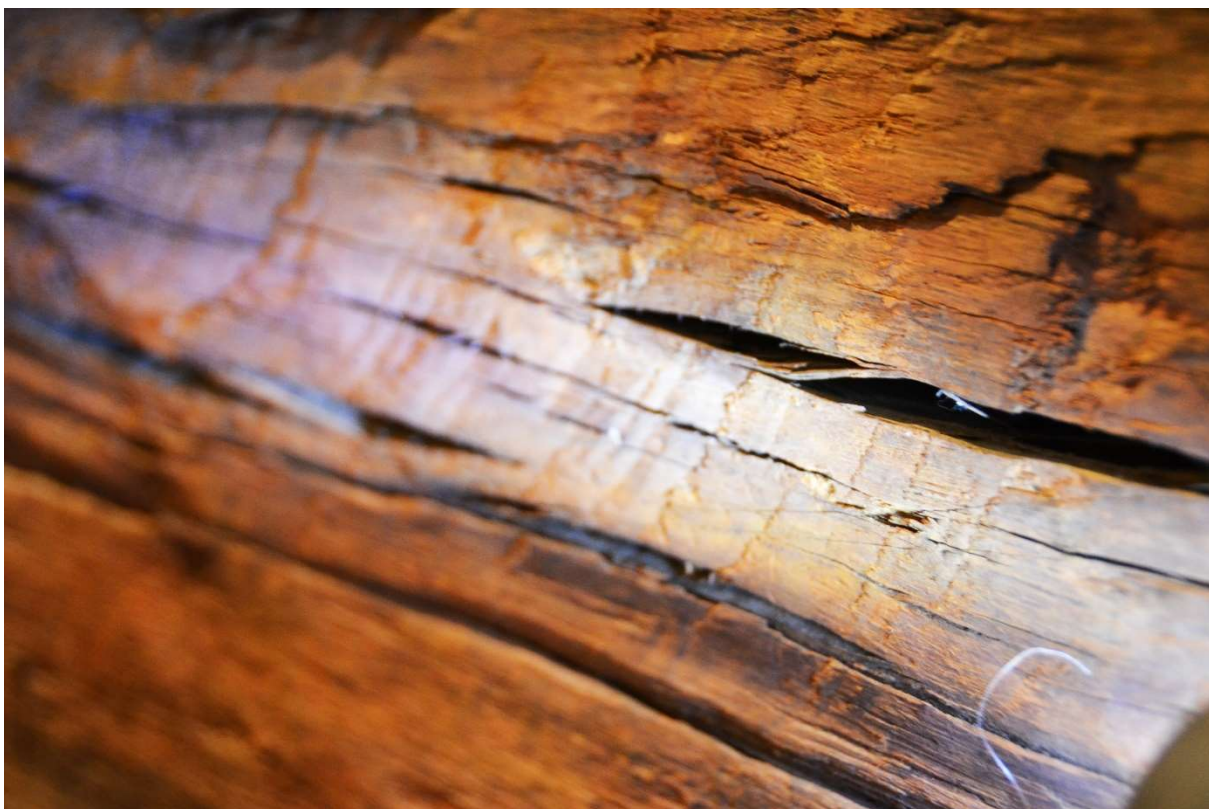


Figure 31 –Traces laissées par l'utilisation d'une hache sur les éléments de la membrure (Marijo Gauthier-Bérubé).



Figure 32 – Exemple de traces laissées par le façonnage à l’herminette vue en lumière rasante (Underhill 1986 : 177).

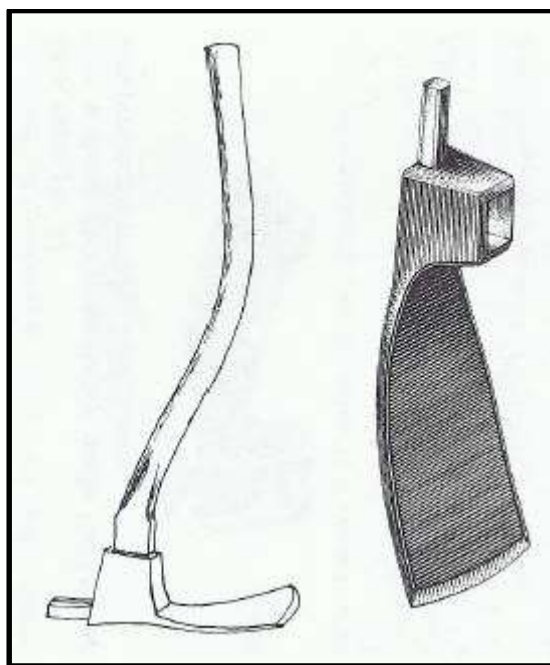


Figure 33 – Herminette utilisée pour le façonnage des pièces (Salaman 1975 : 28).



Figure 34 – Traces de calfatage visibles sur les éléments du couple (Marijo Gauthier-Bérubé).



Figure 35– Les outils de base du calfat : le maillet, le bec de corbin, les repoussoirs ou fer à calfater tel que retrouvé à la chalouperie Godbout (Louise Leblanc 1998, Commission des biens culturels du Québec).

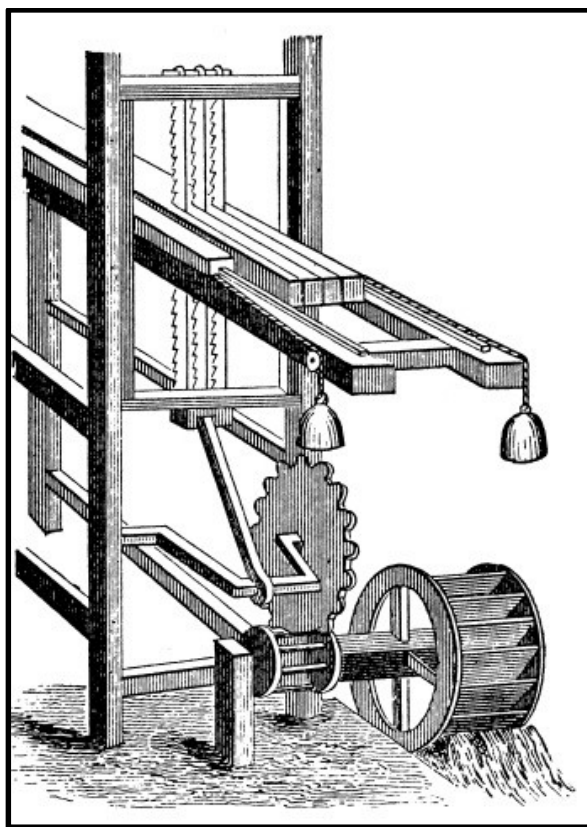


Figure 36 – Exemple de scie mécanique du XVI^e siècle (R. Underhill 1986 : 185).



Figure 37 – Traces laissées sur les pièces du bordé par la scie mécanique (Photo : Marijo Gauthier-Bérubé).



Figure 38 – Râblures présentes dans la quille (Photo : Marijo Gauthier-Bérubé).



Figure 39 – Assemblage de la varangue avec la quille (Photo : Marijo Gauthier-Bérubé).
Il ne s'agit pas de la véritable quille, mais plutôt d'une pièce de bois moderne utilisée pour la reconstitution des vestiges

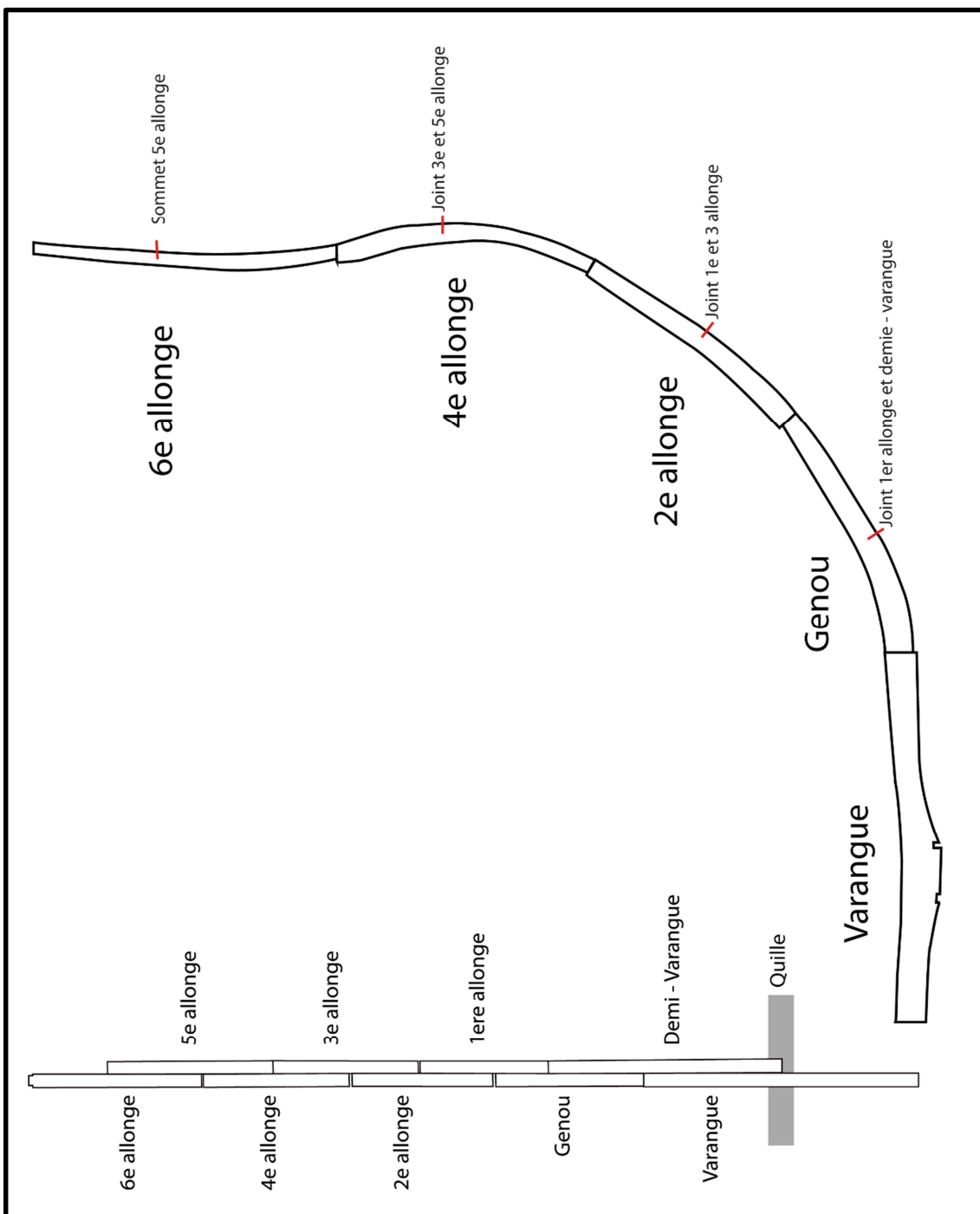


Figure 40 – Répartition des éléments de membrure telle qu'observée dans le couple 1 exposé au LHNC de la Bataille-de-la-Ristigouche (Marijo Gauthier-Bérubé).



Figure 41 – Écart simple (Photo : Marijo Gauthier-Bérubé).

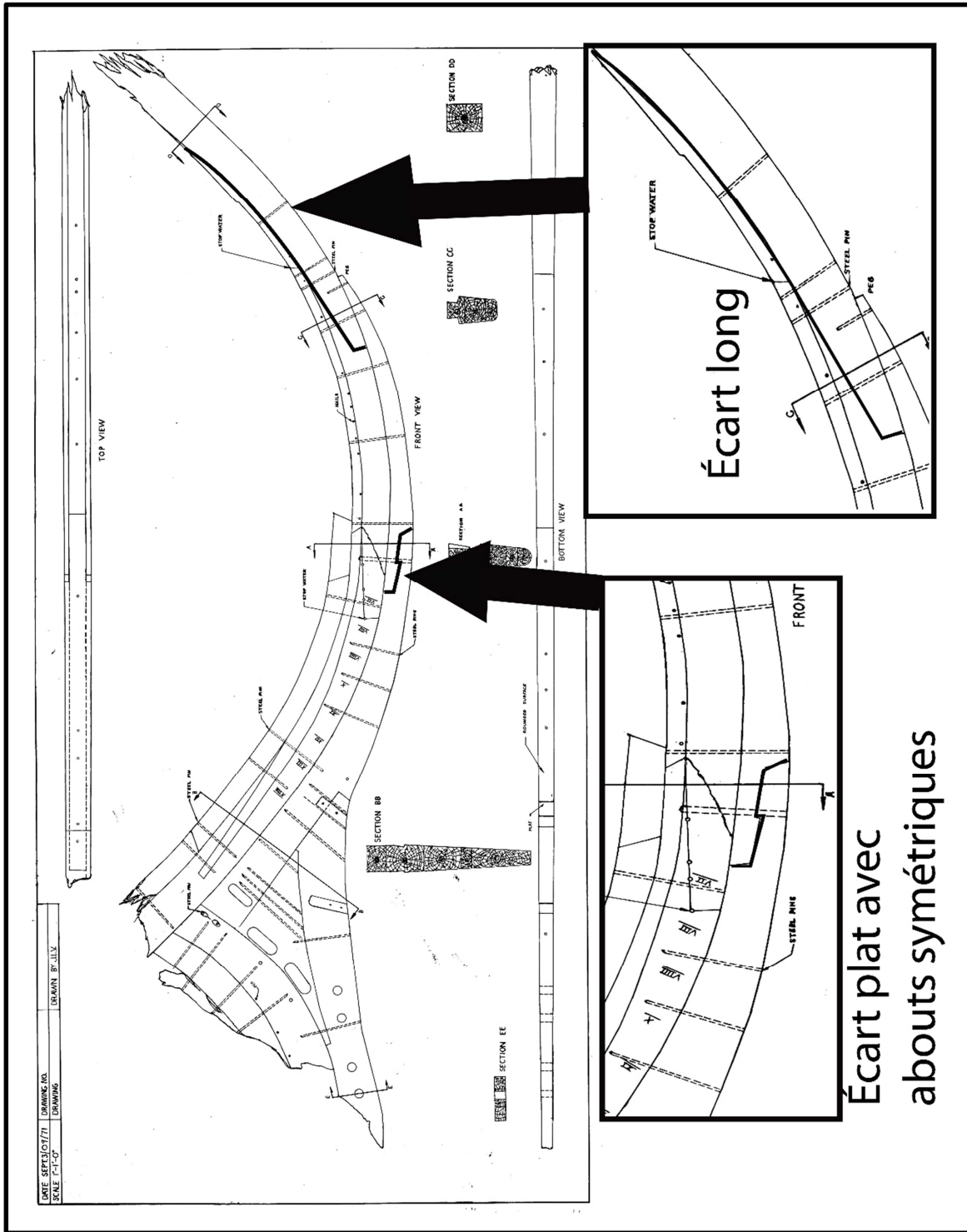


Figure 42– Écarts présents sur la structure de l'étrave selon le relevé de la structure (Dessin : Anonyme, Parcs Canada 2M-71-103-5).

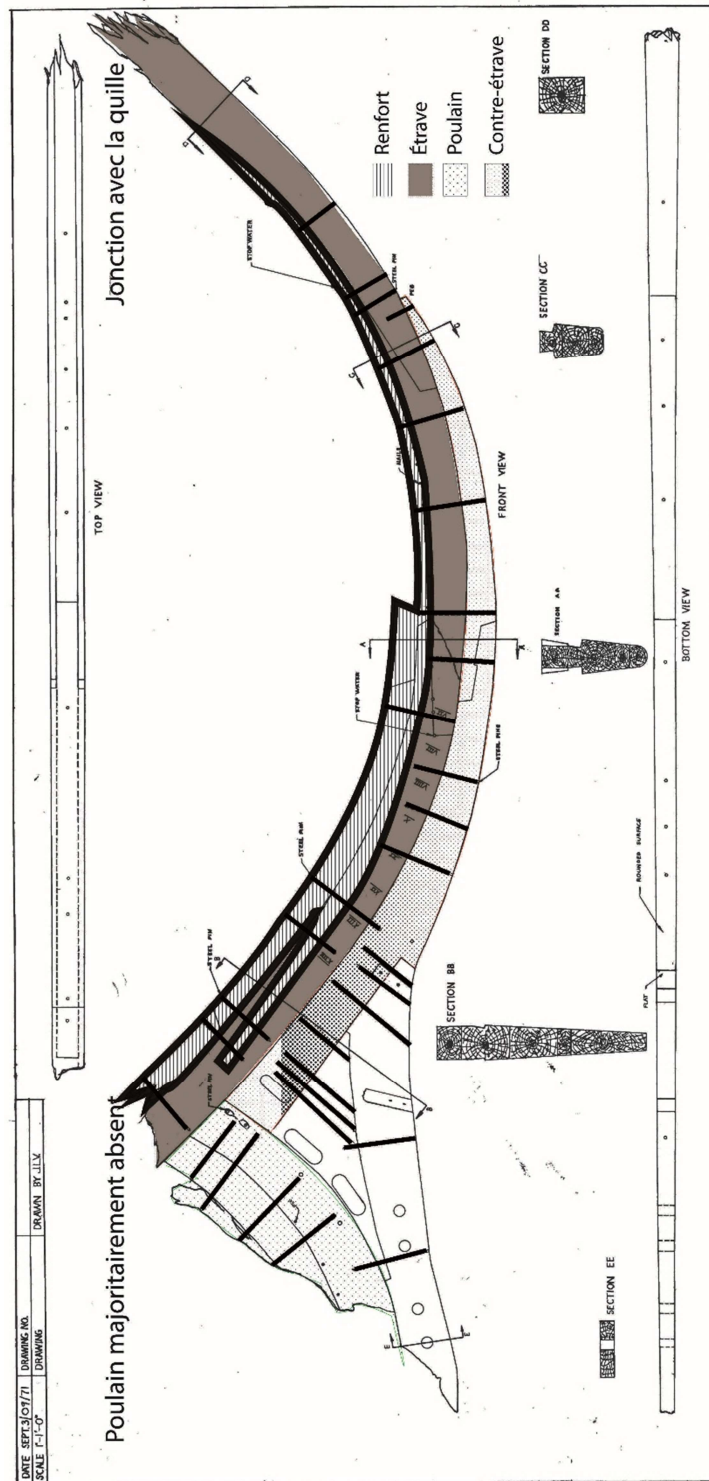


Figure 43 – Structure de l'étrave et ses différentes composantes (Dessin : Anonyme, Parcs Canada 2M-71-103-5).

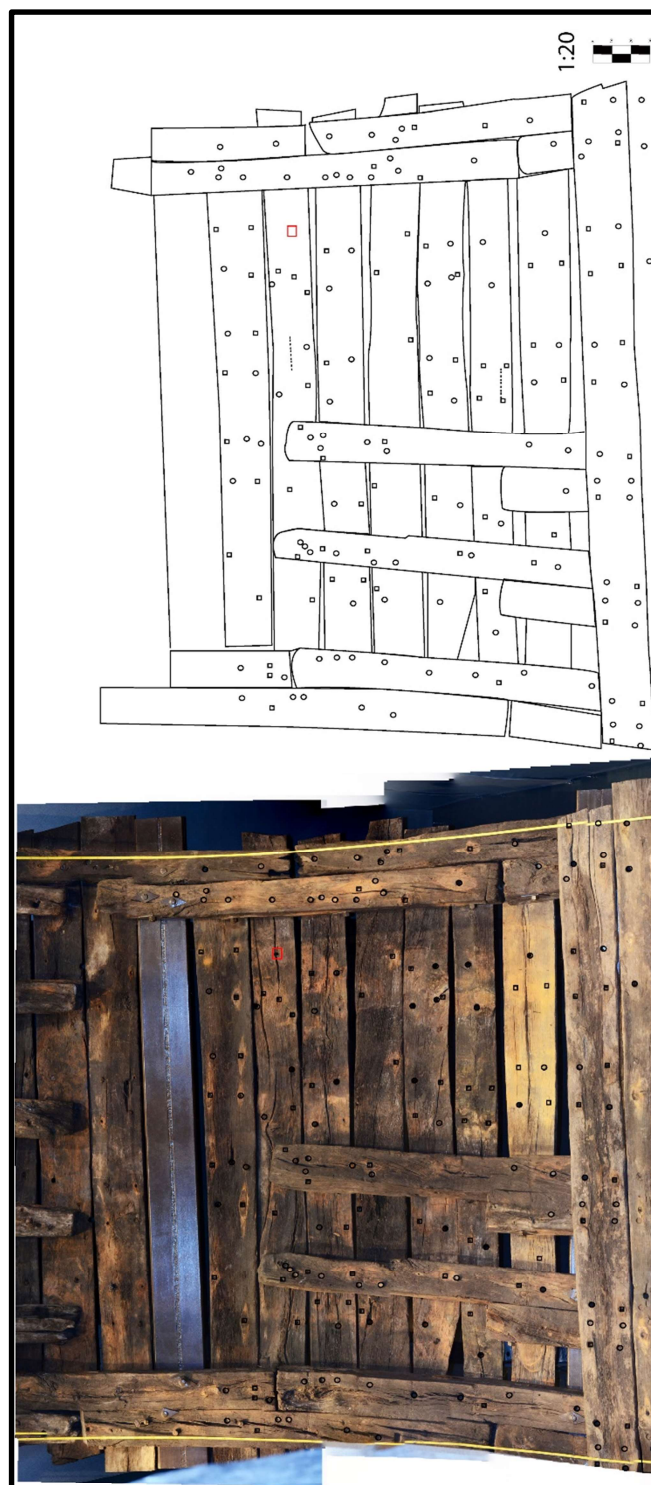


Figure 44 – Photomontage et relevé des clous et gournables sur une section de la structure exposée au LHNC de la Bataille-de-la-Ristigouche (Photo : Mathieu Mercier-Gingras. Relevé : Marijo Gauthier-Bérubé).



Figure 45 – Clou visible sur la face de tour d’une allonge (Parcs Canada 2M0292EF).

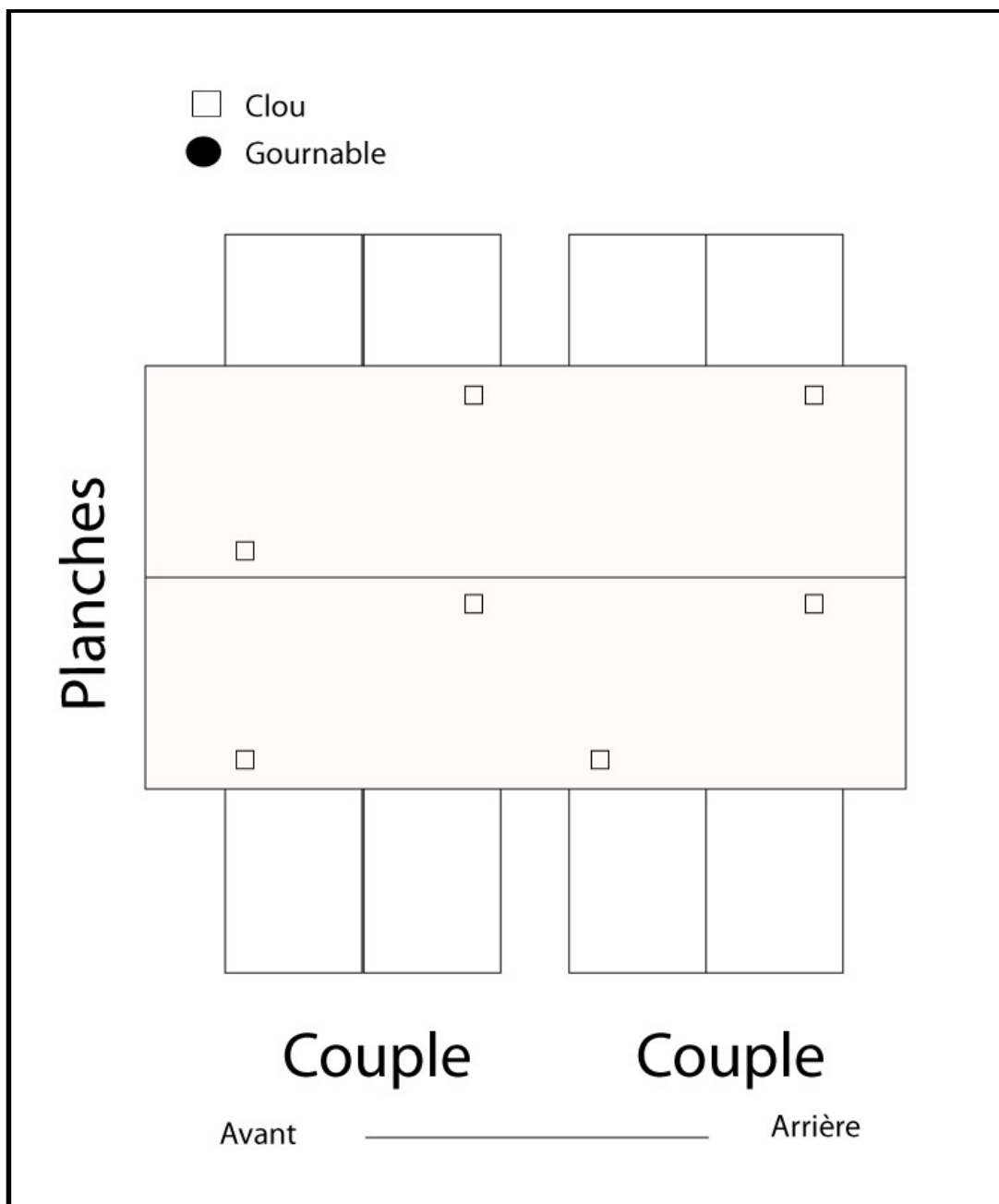


Figure 46 – Schéma de la répartition de clous à la jonction des planches et des couples (Marijo Gauthier-Bérubé).



Figure 47 – Gournable visible sur la surface interne d’une planche (Photo : Marijo Gauthier-Bérubé)

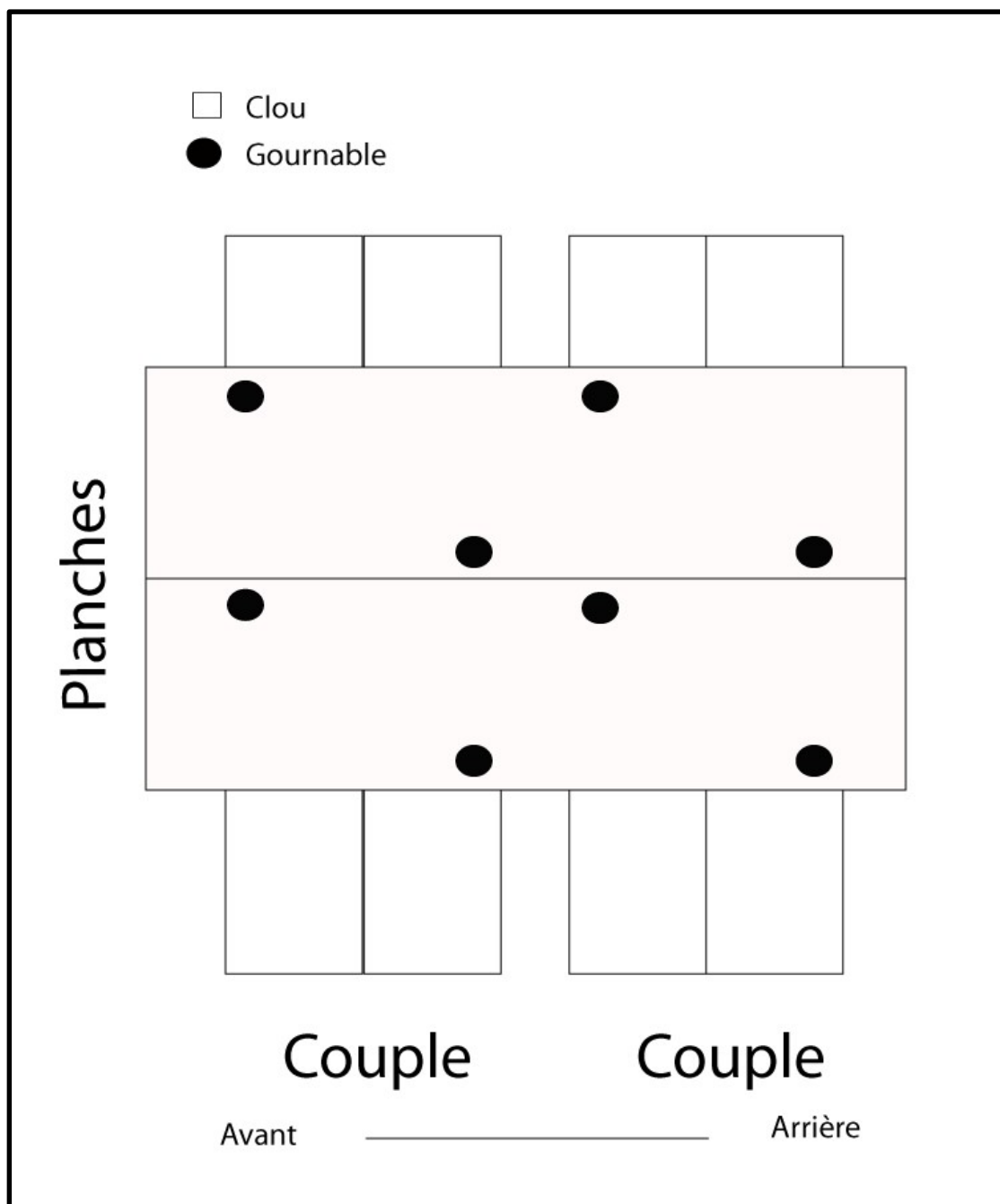


Figure 48 – Schéma de la répartition de gournables à la jonction des planches et des couples (Marijo Gauthier-Bérubé).

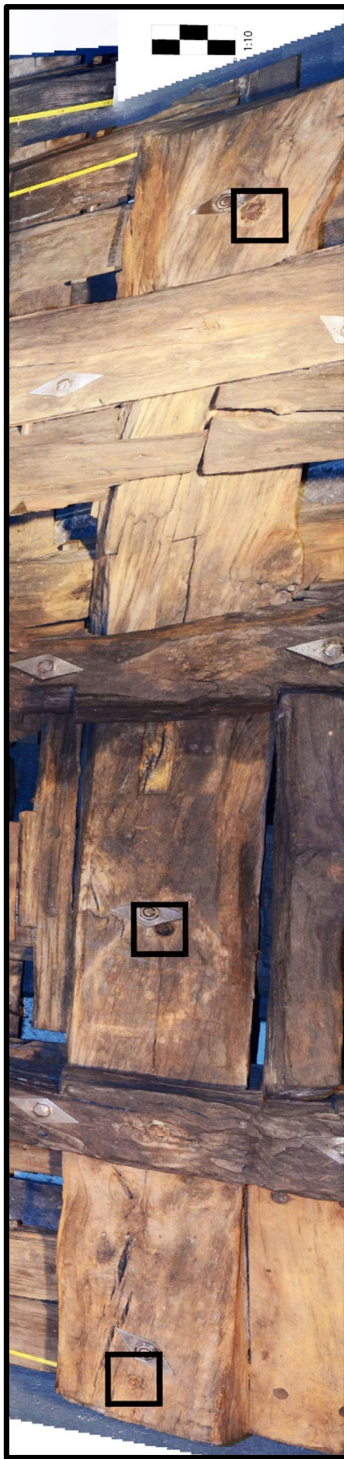


Figure 49 – Broches transversales liant la carlingue et les varangues (Photo : Mathieu Mercier Gingras).

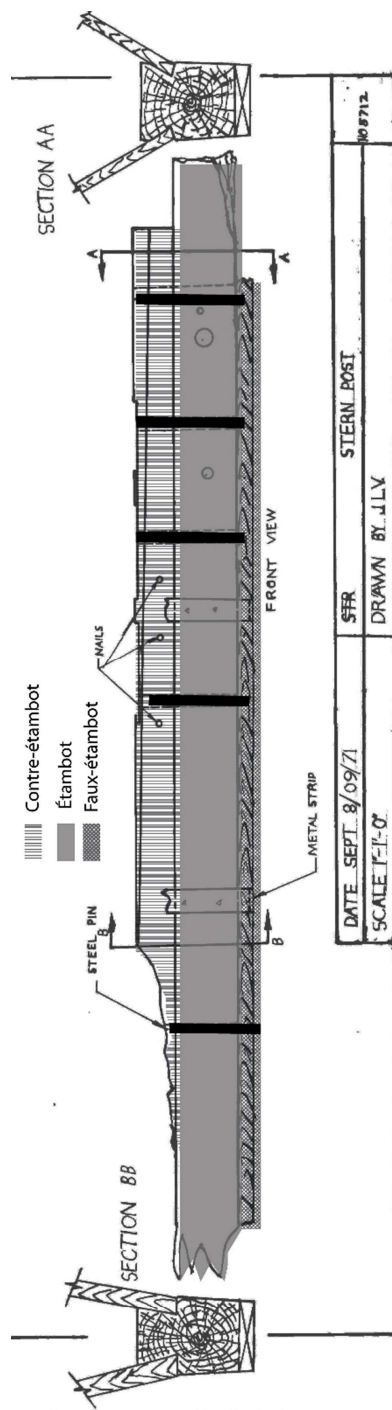


Figure 50 – Broches latérales permettant l'assemblage des différents éléments constitutifs de l'étambot (Dessin : Anonyme, Parcs Canada 2M-71-103-2).

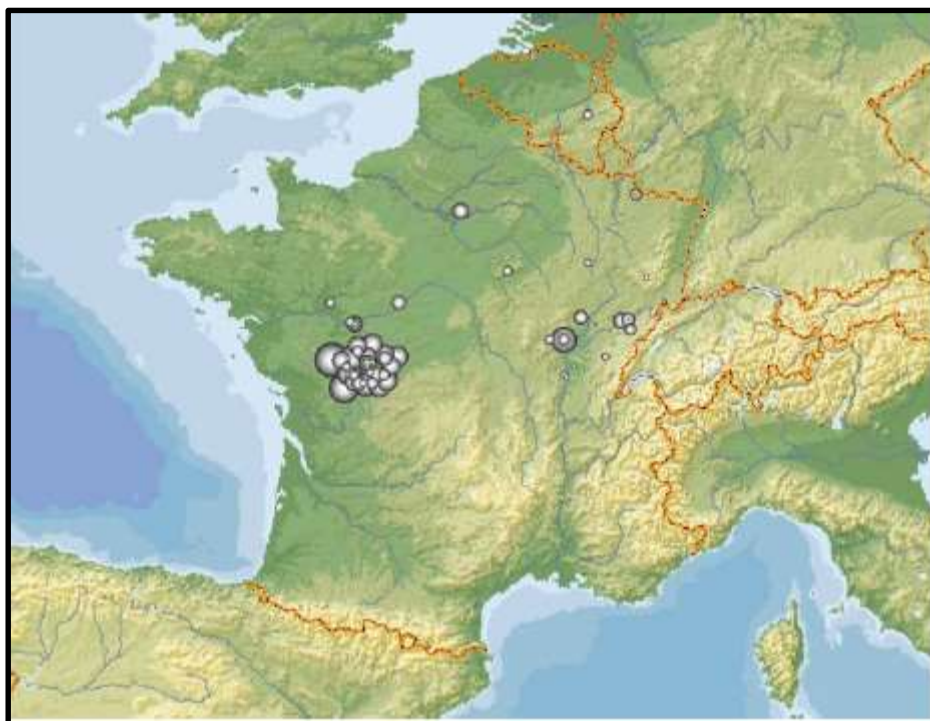


Figure 51 – Distribution géographique des référentiels de datation utilisés pour la datation dendrochronologique du *Machault* (Lavier 2014).

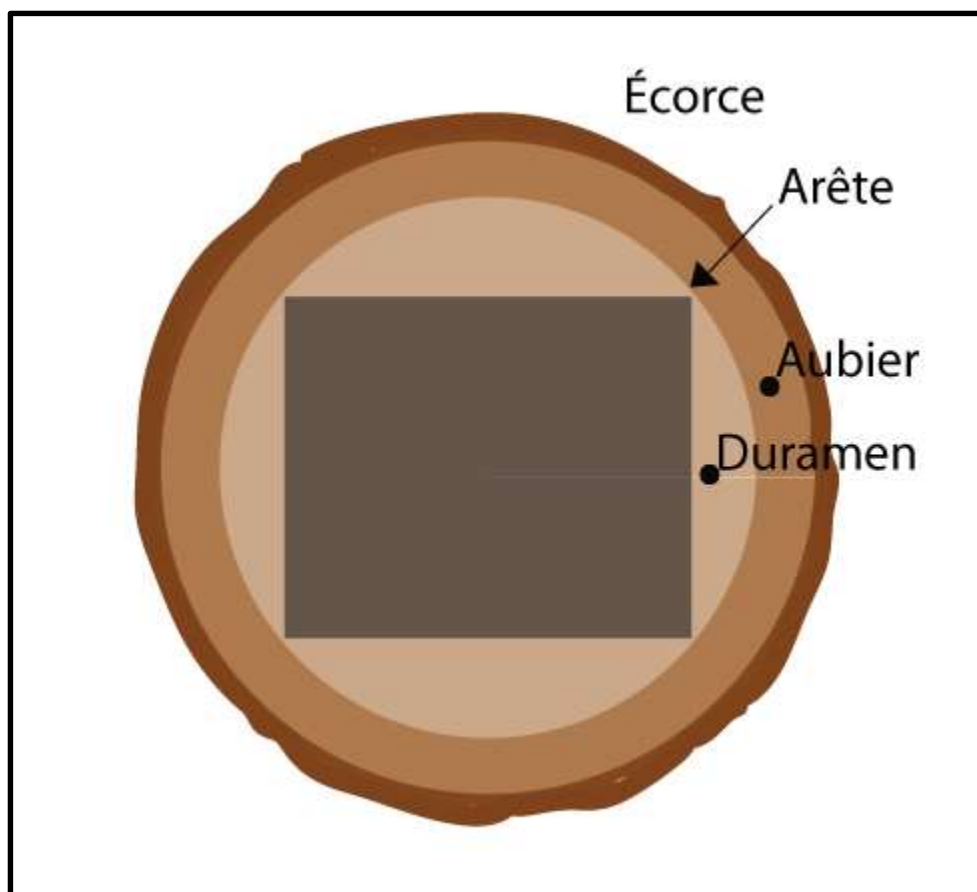


Figure 52 – Hypothèse de l'enlèvement minimal où la limite d'arrête de pièce correspond à la limite entre l'aubier et le duramen. Si le nombre moyen de cernes d'aubier est connu, il est alors possible d'estimer le nombre de cernes manquants d'après Béatrice Szepertyski 1999. (Marijo Gauthier-Bérubé).

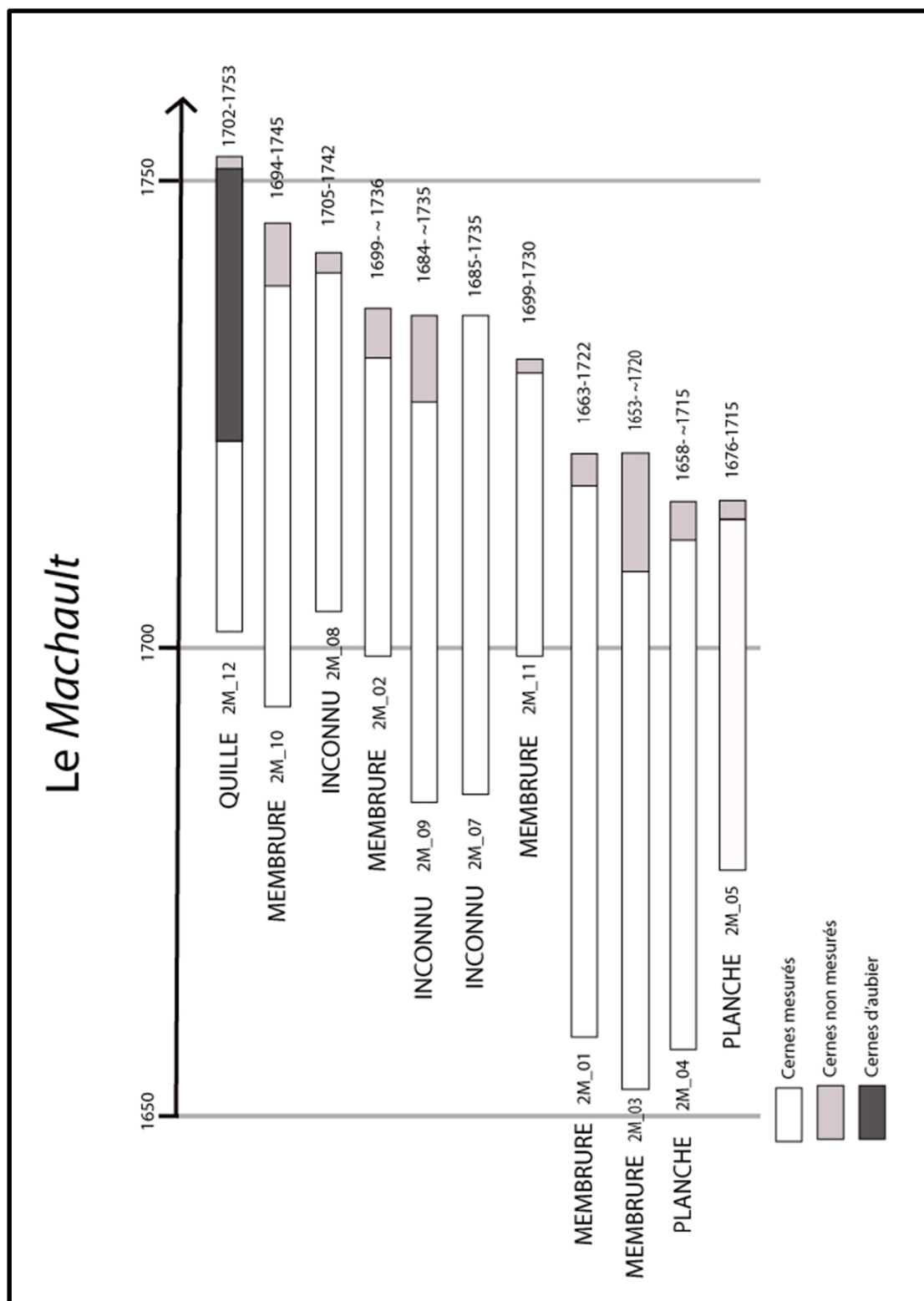


Figure 53 – Bloc-diagramme des pièces du Machault selon la distribution chronologique du dernier cerne daté (Marijo Gauthier-Bérubé).

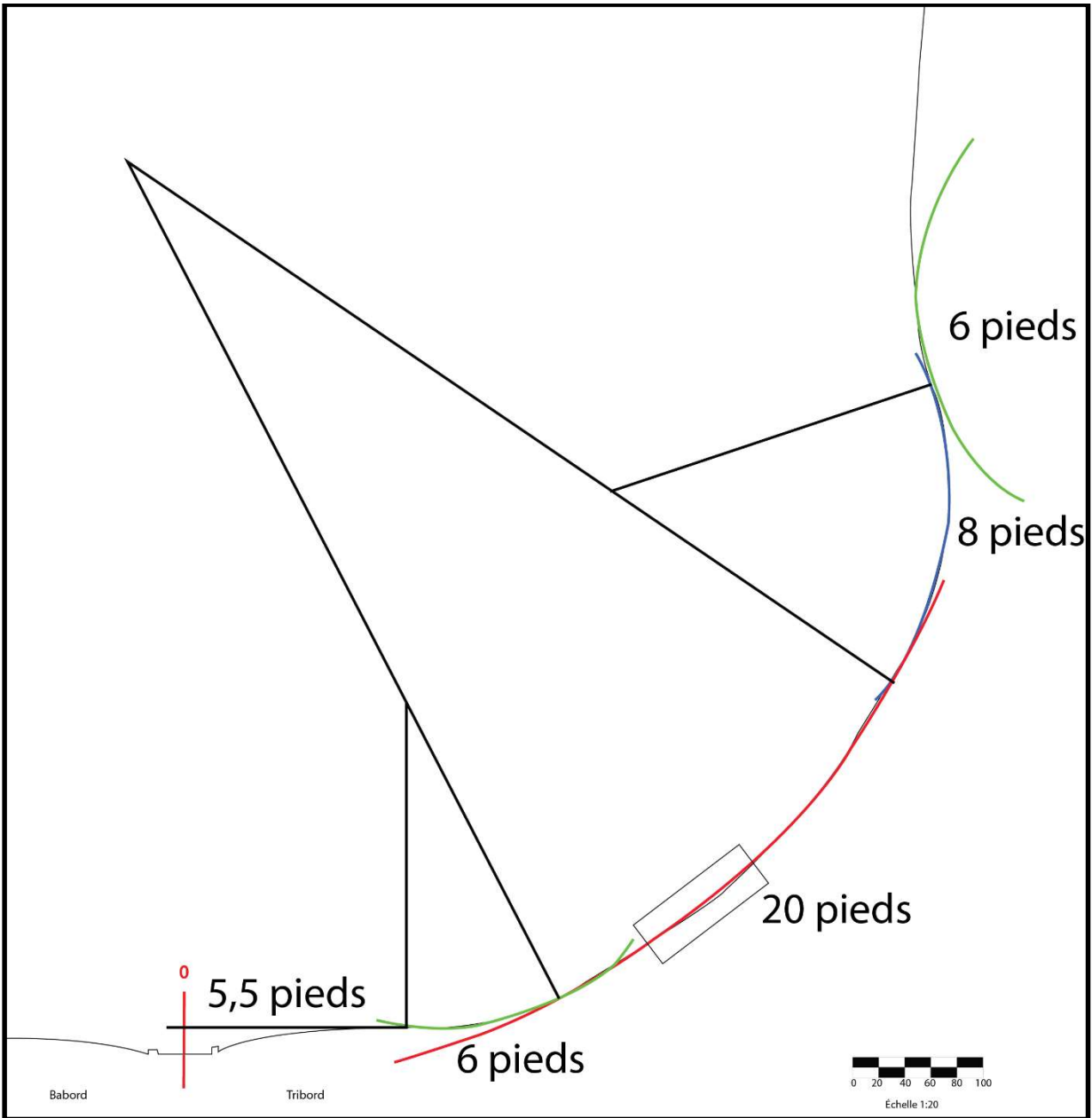


Figure 54 – Détails des arcs de cercle retrouvés sur le couple 1 en exposition au LHNC de la Bataille-de-la-Ristigouche (Relevé : Saraí Barreiro, Brad Loewen, Marijo Gauthier-Bérubé, Mathieu Mercier Gingras).

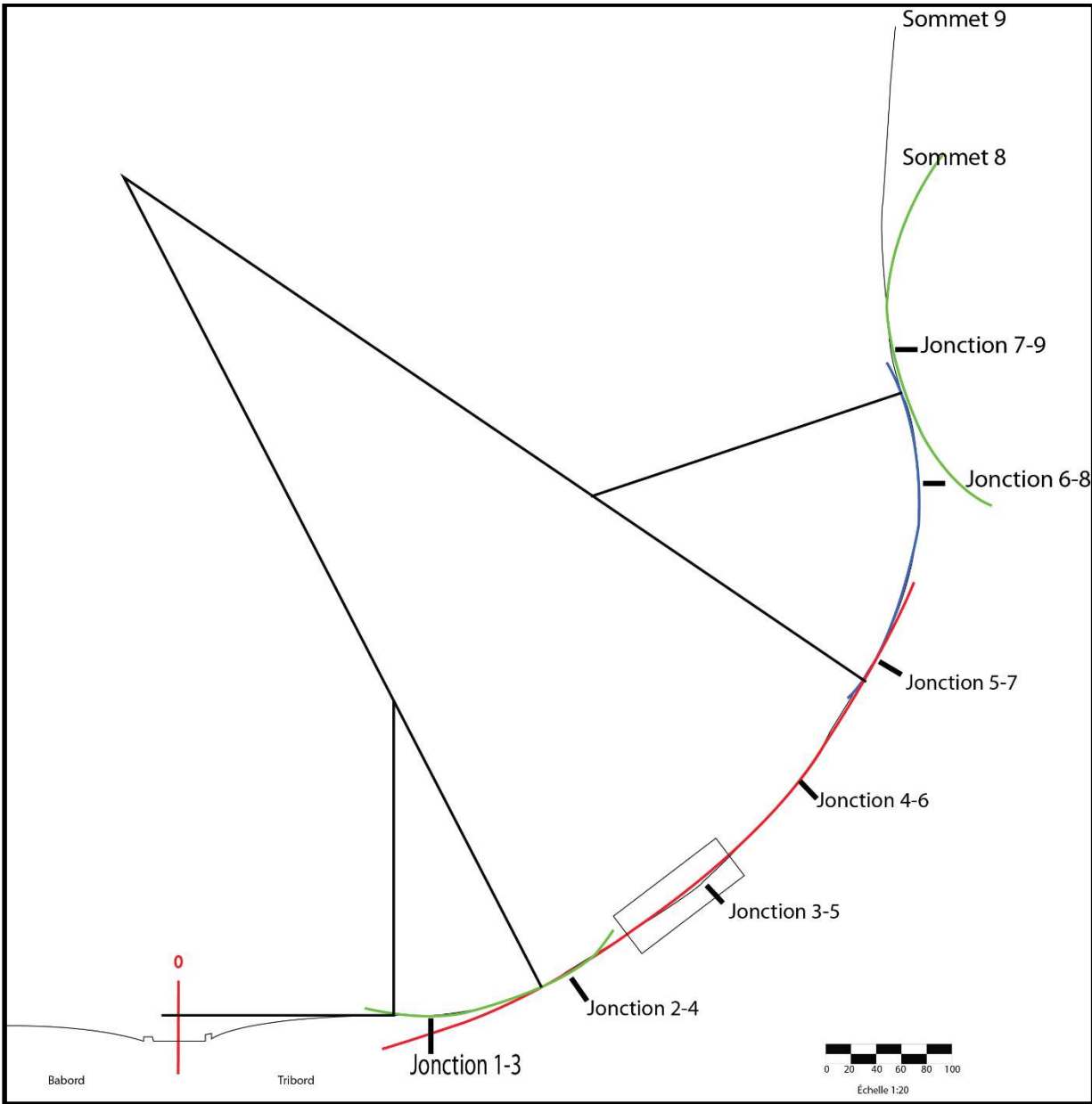


Figure 55 – Arcs de cercle en relation avec les différents éléments architecturaux du couple 1 (Relevé : Saraí Barreiro, Brad Loewen, Marijo Gauthier-Bérubé, Mathieu Mercier Gingras).

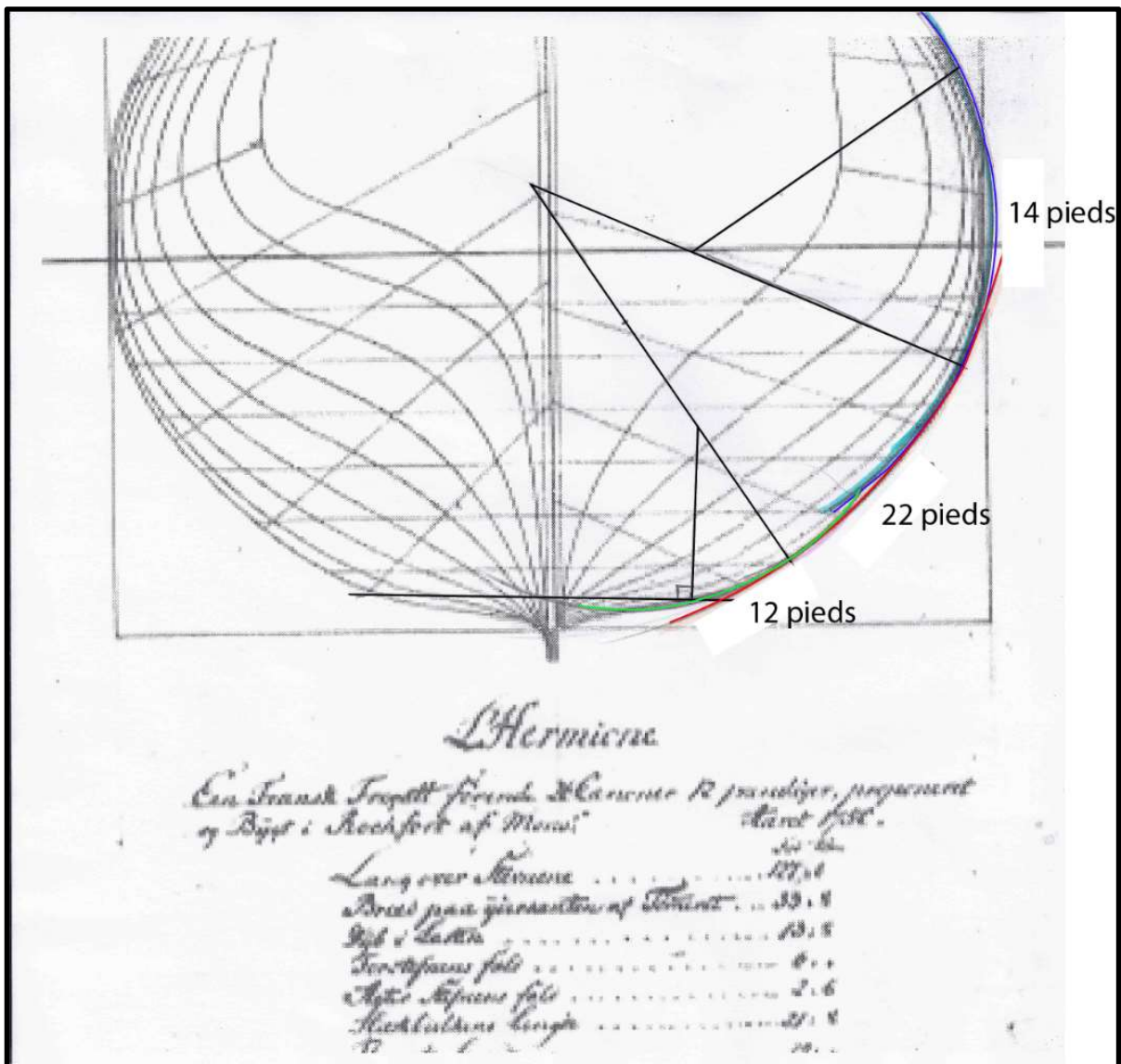


Figure 56 – Présence d'arcs de cercle tangentiels dans le maître-couple de la frégate l'*Hermione* (Boudriot 1992).

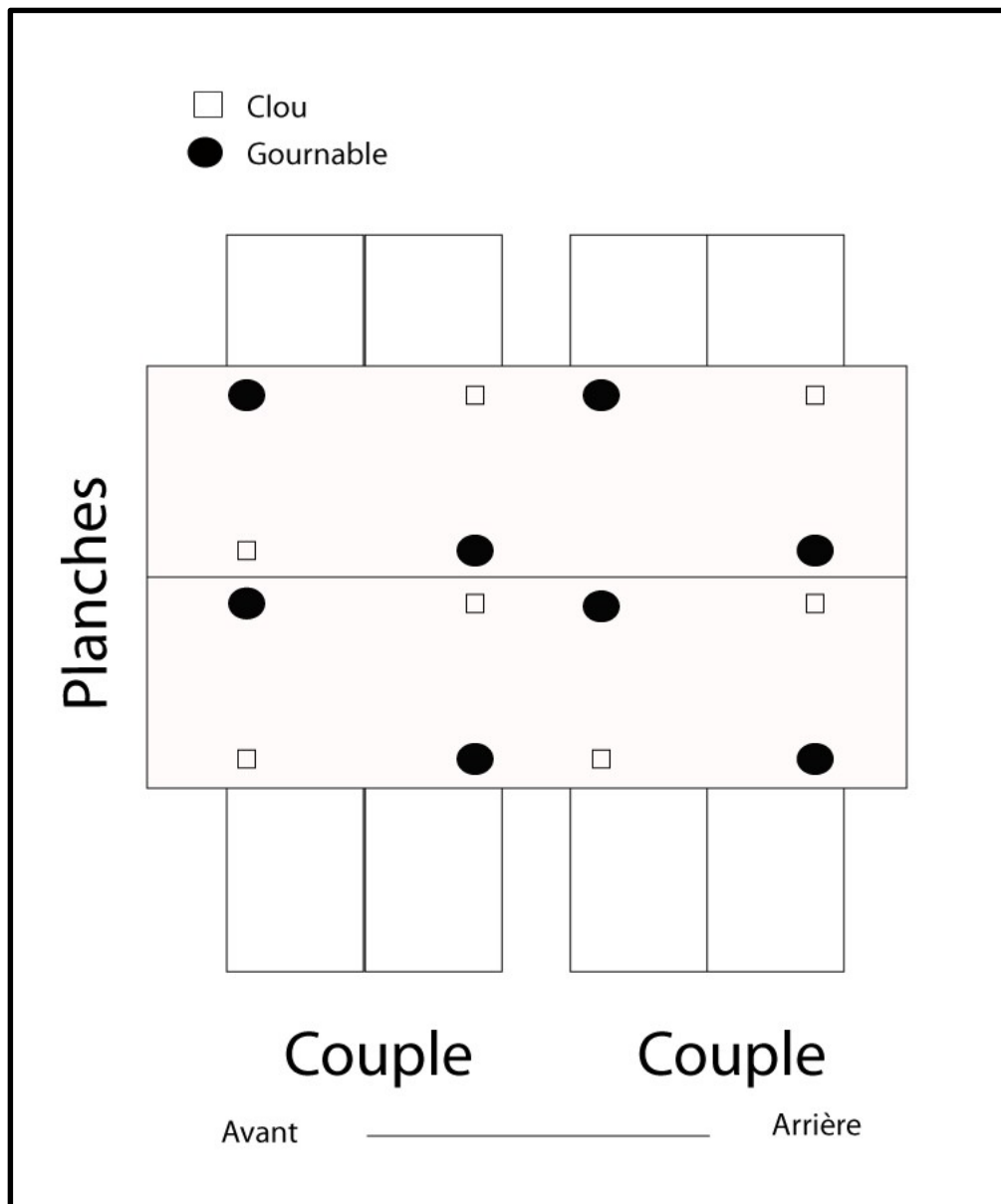


Figure 57 – Distribution des clous et gournables sur la jonction entre les couples et les pièces du vaigrage (Marijo Gauthier-Bérubé).